

Krister Steurs

KAUPPAKIINTEISTÖN
VALAISTUKSEN TUTKIMINEN JA
KEHITTÄMINEN ENERGIAN
SÄÄSTÖTAVOITTEET HUOMIOON
OTTAEN

Kohde Mikkelin Prisma

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Krister Steurs		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikka	
Nimeke Kauppakiinteistön valaistuksen tutkiminen ja kehittäminen energian säästötavoitteet huomioon ottaen			
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Eulux Oy:lle ja S-ryhmälle kuuluvalla Suur-Savon Osuuskaupalle. Opinnäytetyössä tutkittiin ruokakaupan valaistusratkaisuja ja niiden energiansäästömahdollisuuksia. Työn kohteena oli Mikkelin Graanin Prisma.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla jo olemassa olevaa valaistusta. Työssä selvitettiin erilaisia energiansäästömahdollisuuksia kohteen valaistuksessa ja mahdollisia valaisimien vaihdoksia sekä muutoksia valaistuksen ohjaukseen.</p> <p>Työssä esitellään tutkimuskohteena oleva ruokakauppakiinteistö ja sen valaistus. Valaistuksessa tutustutaan siihen suunniteltuun ohjaukseen, käyttöaikoihin ja energiankulutukseen. Laskelmia esitellään saaduista energiansäästömahdollisuuksista kohteen valaistuksesta vuositason tasolla. Tavoitteena oli selvittää kuinka paljon säästöjä tutkitavan kohteen valaistuksesta on mahdollisuus saada ja onko mahdolliset muutokset kannattavia verrattuna muutosten takaisinmaksuaikaan.</p> <p>Tulokset osoittavat että kohteen valaistuksissa on parantamisen varaa, niin valaistuksen ohjauksessa kuin itse valaisimissa. Tämän ansiosta saatiin kartoitettua valaistuksen energiansäästöpotentiaali.</p>			
Asiasanat (avainsanat) sähkö, energiankulutus, energiansäästö, valaistus			
Sivumäärä	Kieli Suomi/Finland	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi		Opinnäytetyön toimeksiantaja EULUX OY	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Krister Steurs		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis Research of lighting solutions in a shopping centre and their potential for energy savings			
Abstract <p>This study was carried for Eulux Ltd and the retail S-group belonging to the group "Suur-Savon Osuuskauppa". This study investigates the lighting solutions of the shopping centre and their potential for energy savings. Under study was in particular the shopping mall of Mikkeli Graani Prisma.</p> <p>The work began by examining the existing lighting. Aim was to study a variety of energy-saving opportunities in lighting and possible changes of lighting sources. This was even extended towards a study of changes in lighting controls and management.</p> <p>This thesis presents the research and verification in the shopping area and logistic activity points and the thereto related lighting aspects. The lighting solutions were verified on their controllers, their timing and the related energy consumption itself. The results and calculations are elaborated and presented with the aim of energy saving opportunities in lighting on annual basis. The further final goal was not only to register the possible savings but also to calculate the repayment period of thereto related investments.</p> <p>The study showed both possible improvements to be made in as well the lighting lamps itself as the control and management of the complete lighting system.</p>			
Subject headings, (keywords) electricity, energy consumption, energy saving, lighting			
Pages 44	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Kohvakka, Hannu Honkanen		Master's thesis assigned by EULUX OY	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN TILAAJA	2
3	VALAISTUKSEN SUUNNITTELU MYYMÄLÄSSÄ.....	2
4	NÄKYVÄTKÖ TUOTTEET MYYMÄLÄSSÄ	3
5	VALONLÄHTEEN VALINTAPERUSTEITA.....	4
6	VALON HAITTAVAIKUTUKSET	5
7	MYYMÄLÄVALAISTUKSEN SUUNNITTELU	6
8	VALAISTUKSEN UUSIMINEN	7
9	ERILAISET VALONLÄHTEET.....	7
9.1	Hehkulamput.....	7
9.2	Halogeenilamput	8
9.3	Loistelamput	9
9.4	Elohopealamput	10
9.5	Suurpainenatriumlamput.....	11
9.6	Monimetallilamput	12
9.7	Induktiolamppu	12
9.8	LED.....	12
10	VALAISTUKSEEN TARVITTAVA SÄHKÖTEHO.....	13
11	VALAISTUKSEN OHJAUS	14
12	VALVONTA-ALAKESKUS	14
13	ELINKAARIKUSTANNUSLASKENTA.....	14
14	MAHDOLLISET PARANNUSKOHTEET	17
14.1	Info-pisteen valaistus	17
14.2	Lastauslaituri.....	18
14.3	Vaateosaston valot	19
14.4	Myymälän yleisvalaistus	20
14.4.1	Vanha puolen yleisvalaistus.....	20
14.4.2	Myymälälaajennuksen yleisvalaistus.....	21
14.4.3	Myymälän yleisvalaistuksen yhdenmukaistaminen.....	21

14.5	Valvonta-alakeskus.....	23
15	YHTEENVETO SÄÄSTÖLASKELMISTA.....	23
16	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	25
	LÄHTEET	26

LIITTEET

- 1 Kuvat myymälän yleisvalaistuksesta
- 2 Kuva ja laskut info-pisteen valaistuksesta
- 3 Kuva ja laskut lastauslaiturin valaistuksesta
- 4 Kuva ja laskut vaateosaston valaistuksesta
- 5 Laskut myymälän vanhanpuolen valaistuksesta nykyisellä ohjauksella
- 6 Kuva ja laskut myymälän vanhanpuolen valaistuksesta uudella ohjauksella
- 7 Kuvat myymälän laajennuksen valaistuksesta
- 8 Laskut myymälän laajennuksen valaistuksesta
- 9 Kuva myymälän yleisvalaistuksen yhdenmukaistamisesta
- 10 Laskut myymälän yleisvalaistuksen yhdenmukaistamisesta
- 11 Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskenta, lastauslavan valaistuksesta
- 12 Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskenta, lastauslavan valaistuksesta
- 13 Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskenta, lastauslavan valaistuksesta

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia ruokakauppakiinteistön valaistusta ja muutoksista saavutettavaa energiansäästömahdollisuutta. Työ tehtiin Eulux Oy:lle ja S-ryhmään kuuluvalla Suur-Savon Osuuskaupalle. Tutkimuksen kohteena oleva ruokakauppakiinteistö on Prisma ja se sijaitsee Mikkelissä 5-tien varrella. Se valmistui vuonna 1994 ja sitä laajennettiin vuonna 2009.

Laajennuksen seurauksena valaistus ei ole yhdenmukainen vanhan osan valaistuksen kanssa. Työssä tarkastellaan muitakin mahdollisia muutoksia valaistuksen suhteen kiinteistön eri kohteissa. Eulux Oy ja Suur-Savon Osuuskauppa pyrkivät tämän opinnäytetyön avulla löytämään parannuskeinoja, joita voisi hyödyntää kyseisessä kiinteistössä.

Opinnäytetyön ideana on tutkia vanhan ja uuden tilan valaistuksen parannusmahdollisuuksia, tarkastella niiden ohjauksia, suunniteltuja aikaohjelmia ja energiankulutusta sekä mahdollisia valaisimien vaihdoksia. Muutoksilla pyritään energiaa säästäviin vaihtoehtoihin. Opinnäytetyössä ei oteta huomioon työstä aiheutuvia kustannuksia, investointeja eikä suunnitella uudelleen valaistuksenohjausta, koska rajasimme opinnäytetyön koskemaan vain saatavia säästöjä energiankulutuksessa. Työssä keskitytään erilaisiin vaihtoehtoihin ja näiden tarkoituksena on antaa mahdollisia ideoita energiakustannusten pienentämiseksi. Liitteiden lopussa löytyy Easy Led Oy:tä saatu tarjouslaskenta, jossa on tehty elinkaarikustannuslaskenta ja siinä on verrattu tämän hetkisiä purkauslamppuvalaisimia, uusia purkauslamppuvalaisimia ja led-valaisimia. Elinkaarikustannuslaskelmassa tulee ilmi kuinka paljon säästöä tulisi lastauslaiturin osalta, jos valaisimet vaihdettaisiin led-valaisimeihin.

2 TYÖN TILAAJA

Eulux Oy teetti minulla opinnäytetyön ruokakauppakiinteistö Prisman valaistuksen uudelleen suunnittelun koskien energian säästöä. Eulux Oy on Mikkeliissä ja Mikkelin lähialueella toimiva sähköalan yritys, joka tarjoaa kokonaisvaltaisia sähköurakointiratkaisuja huolto- ja remonttitöistä, urakoinnin suunnitteluun ja toteutukseen. Eulux Oy on tunnettu aiemmin nimellä Sähköurakointi Himanen. /1/.

3 VALAISTUKSEN SUUNNITTELU MYYMÄLÄSSÄ

Kaupan sisä- ja ulkovalaistus tarjoaa runsaasti vaihtoehtoja erilaisissa valaistusratkaisuissa. Hyvä valaistus luo kaupankäynnille miellyttävät ja turvalliset puitteet. Suunnittelun ja toteutuksen yhteydessä olisi hyvä miettiä myymäläsisustuksen vaihtoehtoja markkinointihenkisesti. Valoisa vaikutelma luodaan myymälään tavallisesti yleisvalaistuksen avulla. Yleisvalaistus on kaikkialla tasaisesti valoaan jakava järjestelmä. Tuotteet, pakkaukset ja huonetila ovat silloin lähes samanlaisissa olosuhteissa asiakkaiden tarkasteltavissa. Tällainen valaistus ei korosta mitään määrättyä tuoteryhmää, eikä anna myymälän millekään osalle toisista poikkeavaa asemaa.

Mikäli myymälässä ja näyteikkunoissa pyritään valikoivaan tuote-esittelyyn, tarvitaan tasaisen yleisvaikutuksen tueksi kohde- ym. paikallisvalaisimia. Asiakkaiden mielenkiinto voidaan tehokkaasti ja miellyttävästi herättää kohdistetulla valaistuksella. Valon suurta huomioarvoa kannattaa käyttää eri tavoin hyväksi. Tarjousjulisteet on syytä joillakin myymälän alueilla valaista kohdelamppujen avulla.

Pakkausten luettavuuden parantaminen on eräs myymälävalaistuksen tärkeä tavoite. Kontrastien selventäminen valon laatua ja määrää hyväksikäyttäen auttaa asiakkaita tutustumaan tuotteisiin. Kuvan terävyyttä parannetaan valoa lisäämällä. Valon oikea tulosuunta ja luonteva varjonmuodostus helpottavat esineiden näkemistä samalla kun se tekee huonetilan mielenkiintoiseksi. Valaistuksella voidaan tukea erilaisia kaupan kampanjoita. Myymälässä tuotteisiin tutustuessaan asiakas joutuu ottamaan ”näkökuvia” eri etäisyyksiltä. Miten nopeasti silmät voivat tarkentua eri etäisyyksillä oleviin katselukohteisiin, siihen vaikuttaa valaistuksen voimakkuus ratkaisevasti. Voimakkaammin valaistussa kohteessa olevan esineen ”löytävät” silmät myös nopeammin.

Tärkeätä on myös se, että ”kuva” säilyy riittävän kauan tarkentuneena, jotta aivot ehtisivät selvittää otettujen kuvien merkityksen.

Yleisvalaistuksen täydentäminen kohdevalaistusta hyväksikäyttäen parantaa myymälän yleisilmettä. Ympäristöstään poikkeava, voimakkaammin valaistu kohde ohjaa katsetta. Näin voidaan tehdä asiakkaalle helpoksi havaita ne tuotteet, joista kauppa nyt juuri haluaa kertoa. Myyntiesittely, joka tapahtuu valon avulla näyteikkunoissa ja myymälän sisällä, on osa hyvää asiakaspalvelua. Mielenkiintoinen ja oikealla tavalla painotettu valaistus on hyvä mainos myymälälle. /6, s.134/.

4 NÄKYVÄTKÖ TUOTTEET MYYMÄLÄSSÄ

Palvelumyymälöissä silmien lisäksi korvat välittävät myyjän kertomana tuotetietoja asiakkaalle. Itsepalvelumyymälöissä taas tuotteet, puettuna erilaisiin pakkauksiin, voivat ainoastaan silmien välityksellä esittää ostovetoomuksensa ja se tapahtuu silloin valon avulla. Erilaisten valaistusjärjestelyjen avulla pidetään liikkeissä myytävät tuotteet hyvin esillä. Keinovalaistus täydentää päivänvaloa tai tarvittaessa korvaa sen kokonaan. Valolla voidaan avartaa myymälätilaa ja ohjata asiakkaita. Uutuuksien esitleminen valon avulla on myös tehokasta ja keinovalo luo tarvittaessa myös tunnelmaa. Oikein toteutettu keinovalaistus selventää myyntiesittelyä poistaen mm. näyteikkunan lasipinnassa päivällä esiintyvät peilaantumet. Havaintokyvyn kokonaismäärä on rajoitettu, joten ihminen joutuu sekä tietoisesti että tahdostaan riippumatta valikoimaan tarjolla olevasta runsaasta informaatioaineistosta sen, jolla on hänelle merkitystä.

Voimakkaassa valaistuksessa oleva kohde on aina helpommin havaittavissa kuin sen läheisyydessä hämärässä olevat kohteet. Uutuusesittely, joka tapahtuu rajoitetulle alueelle kohdistetussa voimakkaassa valokentässä, on tehokkaampi kuin se, että ainoastaan tekstillä ”uutuus” pyritään kiinnittämään asiakkaan huomiota tuotteeseen. Kun asiakas on pysäytetty ja mielenkiinto herätetty, pääsevät voimakkaan valonkentän ympärilläkin olevat tuotteet jo helpommin kertomaan asiaansa.

Pakkauksen kannalta ratkeavat monet sen esilläoloon vaikuttavat seikat jo suunnitteluvaiheessa. Usein tällaisessa tilanteessa arvostellaan pakkauksen näkyvyyttä liiaksi aivoille eikä silmillä. Suunnittelija saattaa ideansa lumoissa unohtaa sen, minkälaisissa olosuhteissa pakkaus joutuu näyttävyydessään kilpailemaan. Sukunäköisyys pakkauk-

sien kesken helpottaa niiden tunnistamista. Väriltään ja kuvioinniltaan usein nähty tuttu pakkaus tunnistetaan muiden joukosta helpommin kuin harvemmin nähty tai tuntematon. Sukunäköisenä saman sarjaan kuuluvat tuotteet auttavat toistensa esilläoloa. Monet eri tekijät vaikuttavat siihen, miten tehokkaasti tuotetietoa virtaa asiakkaan tietoisuuteen. Hyvät osaratkaisut eivät aina turvaa parasta tulosta vaan tilannetta joudutaan arvostelemaan entistä selvemmin juuri kokonaisuuden kannalta. /6, s.135-136/.

TAULUKKO 1. Myymälätiloja koskevia arvoja /6 s.135/

Myymälät ja tavaratalot:	Luksia
liikkumatiilojen yleisvalaistus	300
myyntialojen (asiakaspalvelu) yleisvalaistus	500
myyntialojen (itsepalvelu) yleisvalaistus	1000
hyllyt, näytekaapit (asiakaspalvelu)	500
hyllyt, näytekaapit (itsepalvelu)	1000
uutuudet ja erikoisuudet	4000
kassat	1000
Näyteikkunat:	
päivänvalossa	4000...8000
pimeänä aikana	2000...4000
Varastotilat:	
pienet tavarat, asiakaspalvelu	500
keskisuuret tavarat	300
suuret ja pakatut tavarat	150
ajoittaiset työt	80

5 VALONLÄHTEEN VALINTAPERUSTEITA

Valonlähteisiin kohdistetaan nykytilanteessa hyvin monenlaisia toivomuksia. Nämä toivomukset ovat muuttuneet viimeisten vuosien aikana useista eri syistä. Halu tuottaa valoa mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella on omiaan mm. lisäämään valotehokkaiden loistelamppujen osuutta myymälävalaistuksen eri tehtävissä. Erilaisilla yhteiskäyttöön tarkoitetuilla loistelampuilla on toisistaan poikkeavat värintoist ominaisuudet. Myymälään loistelamppujen valittaessa on valon hyvä punasuhde erittäin tärkeä.

Valonlähteen valinnan ei asiakaspalvelutiloissa pitäisi kuitenkaan perustua pelkästään hyötysuhtenäkökohtaan. Miellyttävinä havaittavien näkökuvien syntymiseen vaikuttaa myös valon laatu, eikä ainoastaan valon määrä. Valoisa vaikutelma ei yksin takaa sitä, että kaikki yksityiskohdat nähdään hyvin ja luonnollisen värisenä. Valonlähteiden valinnassa olisi otettava huomioon seuraavat, käytön ja valaistustuloksen kannalta tärkeät seikat:

- Lampun teho, koko ja muoto sekä valonväri ja värintoisto-ominaisuudet.
- Valontehokkuus, polttoikä, valovirran alenema.
- Erikoisten käyttöolosuhteiden asettamat vaatimukset, jännitevaihtelut, ympäristön lämpötilat, tärinä, likaantuminen yms. seikat on myös otettava valaistuksia toteutettaessa huomioon. /6, s.136/.

6 VALON HAITTAVAIKUTUKSET

Loistelampuilla yhtä voimakkaasti valaistaessa valaistava kohde lämpiää vähemmän kuin hehkulampuilla valaistaessa. Loistelamput, jotka tuottavat valoa huomattavasti paremmalla hyötysuhteella kuin hehkulamput, eivät lähetä lyhytaaltoista lämpösäteilyä, vaan lähinnä pitkäaaltoista. Loistelampun päissä olevat hehkukatodit säteilevät kuumen ”pisteensä” alueelta myös lyhytaaltoista lämpösäteilyä.

Kylmämyyntipöydissä loistelamput ovat monesti hyvin lähellä valaistavia elintarvikkeita, jolloin saattaa syntyä ns. ”valovahinkoja”. Tuotekiertoa on syytä valvoa, ja lisäksi vältettävä esimerkiksi lihajalosteiden ja maitotaloustuotteiden sijoittamista liian lähelle valonlähdettä. Lampun lähelle sijoitettu pinta saa hyvin paljon valoa, ja vaikutus on sama, jos sijoittaisimme elintarvikkeita kirkkaaseen päivänvaloon ikkunalle. Loistelampuilla valaistaessa on heikon UV-komponentin mukanaolo myös muistettava.

Hyllyvalaistuksen tapaisia ratkaisuja käytetään yleisvalaistuksen tueksi myös tekstiilialalla, jolloin esim. valmisvaatetelineisiin tai hyllyköihin on sijoitettu omat valaisinlaitteet. Etäisyys tekstiilien ja lamppujen välillä on suunniteltava riittävän suureksi. Mattalasi- ja muovilevynsijoittamista lamppujen eteen valoa hajottavaksi väliaineeksi suositellaan asuste-, lanka- ja kangashyllyjen paikallisvalaisimiin. Vaikka loistelampun valo on haalistavana tekijänä huomattavasti pienempi kuin päivänvalo, ei valonlähdettä pidä sijoittaa kovin lähelle arkoja tuotteita. /6, s.137/.

7 MYYMÄLÄVALAISTUKSEN SUUNNITTELU

Kun tehtävän on uuden myymälän tai näyteikkunan valaistuksen toteuttaminen tai vanhan myymälän valaistuksen parantaminen, joudutaan monesti huomaamaan, että kaupallisten tavoitteiden kannalta tärkeisiin toivomuksiin ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Liiketaloissa valopisteiden paikat määräytyvät rakennuksen yleisilmeen kannalta sopiviksi, mutta erikoisliikkeiden tarpeita tällainen järjestelmä ei useinkaan ota huomioon. Kattoon ym. rakenteisiin upotettavat valaisimet sopivat hyvin myymälätilaan. Valopisteiden paikat, sommittelu ja valaisinaukkojen koot olisi määriteltävä kalustesuunnittelun ym. sisustuksen huomioon ottaen. Valaisimien paikkoja määrättäessä on syytä varmistaa esim. myyntipöytien sijoitukset. Rakenteelliset seikat tai ilmastointilaitteet ym. saattavat asettaa esteitä valaisimien sijoitukselle.

Yleisvalaistus pyritään yleensä toteuttamaan loistevalaisimilla niin, että riittävä tasaisuus saavutetaan. Hyvää yleisvalaistusta ei saada aikaan matalissa huonetiloissa monilamppuisilla suurilla valaisinyksiköillä eikä harvalla valaisinsijoituksella. Valon suuntaamisen avulla saavutettava luonteva varjonmuodostus kannattaa ottaa huomioon yleisvalaistuksiakin toteutettaessa.

Valaistuksen suunnittelijalla on monesti vaikeuksia määritellä oikein valopisteiden paikat tiloissa, joissa valaistustarpeet ovat muuttuvia. Valmiissa rakennuksissa ja huonetiloissa valaistuksia parannettaessa ei taas aina voida ja haluta valaistusasennustöitä suorittaessa puuttua rakenteisiin. Valaistusasennuksia nopeuttavaa järjestelmänä tunnettu kosketinkisko on kehitetty helpottamaan näitä ongelmia. Kosketinkisko voidaan asentaa esimerkiksi kattopinnalle tai ripustaa kattopinnan alapuolelle. Uutta rakennettaessa tai täyskorjauksen yhteydessä kosketinkisko voidaan myös upottaa kattorakenteisiin.

Kosketinkiskojärjestelmään kuuluu erilaisia asennusta helpottavia liitäntä-, ja jatko- ja kiinnityskappaleita. KytKentä- ja jatkokappaleiden avulla voidaan sähköverkostoon liitetyn kosketinkiskon avulla valaisimet sijoittaa eri puolille huonetilaa. Kiskon kiinnittämistä ja asennusta varten järjestelmään kuuluu mm. erilaisia ripustinvarsia, kiinnikkeet vaijeriripustusta ja kattokiinnitystä varten. Valaisimet kiinnitetään kosketinkiskoon erikoista virranottolaitetta liitäntäkappaleena käyttäen. Valaisimet voidaan helposti irrottaa ja kiinnittää kiskoon tai siirtää kiskon suunnassa toiselle alueelle.

Kolmivaiheiseen kosketinkiskoon voidaan asentaa kytkimien taakse kolme eri valaisinryhmää. Tämä tekee mahdolliseksi myös valita kolme erilaista valaistusta ja niiden yhdistelmiä aina tarpeen mukaan. Esimerkiksi myymälöiden näyteikkunoissa ja näyttelytiloissa kiskoon kiinnitettuihin valaisimiin voidaan valmiiksi asentaa tavalliset ja värilliset lamput ja vaihtaa valaistusta somistuksen ym. tarpeen mukaan. /6, s.137-138/.

8 VALAISTUKSEN UUSIMINEN

Tavaratalojen ja myymälöiden kunnostamisen yhteydessä joudutaan kiinnittämään huomiota myös valaistuksen uusimiseen. Myymälän sisustusta voidaan parantaa monella tavalla, mutta kunnostamistyön tulokset ovat asiakkaiden arvosteltavissa lähinnä valon avulla. Uusimistyön tuloksia arvostellaan katsellen, ja valon avulla tapahtuva tarkastelu antaa täsmälliset tiedot ympäristöstä.

Jo pelkkä valaistuksen uusiminen tarjoaa runsaasti vaihtoehtoja parantaa tavaratalojen ja myymälöiden ilmettä. Hyvä valaistus esittelee myytävät tuotteet ja ohjaa asiakkaitten katseen halutulle alueelle. Valon laatu viimeistelee sisustuksen ja myytävien tuotteiden värillisen ulkonäön. Valo vartioi, se myy ja opastaa. Valaistus avartaa huonetilaa ja on tärkeä turvallisuus- ja viihtyisyystekijä. Nämä edellä mainitut seikat on syytä muistaa myös silloin kun myymäläilmettä elvytetään, eikä vain uuden myymälän suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä. /6, s.141-142/.

9 ERILAISET VALONLÄHTEET

Valaistusta suunniteltaessa on tärkeää tietää valonlähteiden ominaisuuksia. Kaikki valaisimet eivät sovellu ominaisuuksien perusteella kaikkiin paikkoihin. Esteenä voi olla valaisimen tuottama lämpö, valaisimen teho, elinikä, kohteessa aiheutuva mahdollinen tärinä ja niin edelleen.

9.1 Hehkulamput

Hehkulampun valontuotto perustuu hapettomassa tilassa olevan hehkulangan kuumentamiseen sähkövirralla niin korkeaan lämpötilaan, että lanka alkaa säteillä valoa. Heh-

hehkulamput tuottavat näkyvän valon lisäksi runsaasti myös infrapunasäteilyä. Hehkulan-
ka on kierretty kierukan muotoon kokonaispituuden lyhentämiseksi ja lämpöhäviöiden
pientämiseksi. /3, s.183/.

Hehkulamput olivat ennen yksi yleisimmin käytetyistä lampputyypeistä halvan hin-
tansa ja hyvien värintoisto ominaisuuksien takia. Niiden käytöstä ollaan kuitenkin
vaiheittain luopumassa niiden heikon energiatehokkuuden takia. Hehkulamppujen
valotehokkuus on noin 10 – 15 lm/W. Matala energiatehokkuus aiheutuu siitä, että
lamput muuttavat noin 92 % käyttämästään energiasta lämmöksi ja vain noin 8 % va-
loksi. Hehkulamppujen elinikä on myös varsin lyhyt, noin 1 000 tuntia. /2/.

9.2 Halogeenilamput

Tavanomaisen hehkulampun hehkulanka höyrystyy vähitellen. Kun täytöskaasuun
lisätään halogeenia ja kun tietyt lampun sisäiset olosuhteet saavutetaan, voidaan vol-
framista ja halogeenin välillä saada aikaan palautuva kemiallinen reaktio. Putki on täy-
tetty jalokaasulla ja halogeenilla. Hehkulanka toimii normaalilla lämpötila-alueella
2 350 ... 3 150 °C lämpötilan ollessa riippuvainen halutusta eliniästä ja käytetystä
jännitteestä.

Halogeenilamppujen hehkulangat toimivat korkeassa lämpötilassa ja niiden tuottaman
valovirran suhde pinta-alayksikköä kohden on suurempi kuin hehkulampuilla. Vol-
framista valmistetun hehkulangan resistanssi kylmänä on noin 1/11 ... 1/12 käyttö-
lämpötilaresistanssista, joten lampun kytkettäessä ottama virta on noin kymmenen
kertaa sen nimellisvirta. Virtapiikin vaikutus-aika on 0,5 ... 0,1 sekuntia. Nimellisar-
vonsa virta saavuttaa 0,3 ... 0,4 sekunnin kuluttua kytkemisestä. Virtapiikin aiheutta-
ma hehkulangan nopea lämpeneminen heikentää hehkulankaa ja lyhentää siten lam-
pun polttoaikaa. /3, s.194-204/.

Volframista teoreettinen maksimivalotehokkuus sulamispisteessä noin 3 380 °C on noin
53 lm/W. Käytännössä tällaista lämpötilaa ei kuitenkaan voida saavuttaa, koska heh-
kulangan päissä ja ympäröivässä kaasussa tapahtuu lämpöhäviöitä. Kun hehkulangan
päissä ja ympäröivässä kaasussa tapahtuu lämpöhäviöitä. Kun hehkulangassa kulkee
10 A:n virta, on lampun maksimivalotehokkuus noin 40 lm/W, mutta elinikä ainoas-
taan muutama tunti. Halogeenilamppujen valotehokkuus on jopa 50 % parempi kuin

tavanomaisten hehkulamppujen. Vaadittavasta eliniästä riippuen se vaihtelee välillä 5 ... 32 lm/W, mikä vastaa hehkulangan lämpötiloja 2 400 °C ja 3 250 °C. /3, s.199-200/.

9.3 Loistelamput

Loistelamput ovat pienipaineisia elohopeapurkauslamppuja. Niiden valikoima on hyvin laaja. Vaikka kaikkien loistelamppujen toimintaperiaate onkin sama, on tarpeen jakaa lamput rakenteen perusteella kaksi- ja yksikantaloistelamppuihin. Kaksikantalamppuihin kuuluvat suoralla tai U:n muotoisella purkausputkella varustetut lamput, joissa lampun liitäntänastat ovat purkausputken päissä. Yksikantaloistelamppuihin kuuluvat pisto- ja kierrekantaiset lampputyypit. /3, s.204-225/.

Loistelamppujen parhaat ominaisuudet ovat niiden hyvä valotehokkuus ja pitkä elinikä, sekä käyttäjän mahdollisuus valita kuhunkin tilanteeseen parhaiten sopiva värisävy ja haluttu valomäärä. Ne toimivat joko perinteisellä tai elektronisella liitäntälaitteella. Viime vuosina on loistelamppujen valotehokkuus parantunut oleellisesti, lamput ovat ohentuneet, värintoisto ja valovirran säilyvyys on parantunut sekä elinikä pidentynyt. Ehkä kaikkein merkittävin parannus on kuitenkin ollut kehittyneiden loisteaineiden käyttöönotto, joka tarjoaa samalla kertaa sekä valotehokkuutta että erinomaisen värintoiston. /10, s.81/.

Kun emissioaine katodista on loppunut, lamppu ei enää syty, vaan jää välkkymään sytyttimen tehdessä sytytysyrityksiä. Emissioaineen loppuminen ilmenee loistevalon puuttumisena lampun kyseisessä päässä. Ennen varsinaista loppuun palamista lampun taloudellisen polttoajan voidaan usein katsoa päättyneen valovirran liiallisen alenemisen vuoksi. Taloudellisena polttoikänä kaksikantaisilla loistelampuilla pidetään nykyään 8 000 ... 10 000 tuntia normaalissa käytössä. Suuri sytytystaajuus eli lyhyt poltto-aika sytytystä kohti vaikuttaa jonkin verran polttoikää lyhentävästi, vaikka sille ei tavallisessa käytössä olekaan olennaista merkitystä. /3, s.210/.

9.4 Elohopealamput

Elohopea ei aseta lamppumateriaaleille erityisen suuria vaatimuksia. Myös toimintalämpötila on varsin alhainen. Elohopealampun purkausputken pituus on 30 ... 100 mm ja läpimitta 10 ... 20 mm. Se valmistetaan kvartsilasista, jolla on hyvät läpäisyominaisuudet. Lasin pehmenemispiste on noin 1 350 °C, mutta käytännössä seinämän lämpötila rajoitetaan noin 800 °C:seen riittävän polttoian takaamiseksi. Lampun täytös sisältää elohopeaa ja pienen määrän jalokaasua (yleensä argonia) inertikaasuna. Tyyppillinen elohopea-annos on esimerkiksi 125 W:n lampussa noin 20 mg. Kaikki elohopea on höyrystynyt lampun palaessa jatkuvassa tilassa. Koska höyrynpaine määrää lampunjännitteen, elohopeanmäärän oikea annostelu on hyvin tärkeää. Inertiakaasu on olennaisessa asemassa syttymis- ja lämpenemisvaiheessa. Sen koostumus ja täytösaine määräävät lampun syttymisjännitteen. Kaasunominaisuuksilla on vaikutusta myös valovirran alenemaan siltä osin kuin alenema aiheutuu syttymisprosessista. /3, s.226-227/.

Valovirran alenema aiheutuu purkausputken tummumisesta sekä loisteaineen ja itse purkauksen valontuoton pienentymisestä. Myös purkauksen tuottaman UV-säteilyn määrä pienenee polton aikana. Purkausputki tummuu iän myötä, koska katodimateriaali irtoaa ja höyrystyy kiinni purkausputken seinämään. Voimakkaimmin tummumista tapahtuu lampun syttymisvaiheessa. Syttymisen alkuvaiheessa hohtopurkauksen aikana katodihäviö on suuri, mikä rasittaa erityisesti katodia. Emissioaineen kuluessa syttyminen hidastuu, jolloin tummuminen nopeutuu. Emissioaineen alkaessa loppua pääelektrodeista lamppu ei enää syty. Sähköisesti elohopealamput toimivat yleensä hyvin pitkään, vaikka lamppu syttyy ja toimii sähköisesti arvostaan. Polttoikä määräytyykin yleensä valovirran aleneman perusteella. Ylijännitteellä on negatiivinen vaikutus sekä valovirran alenemaan että polttoikään. Käytännössä vaikutuksen merkitys on kuitenkin vähäinen. Sytytystiheyden kasvaminen lisää valovirran alenemaa ja lyhentää polttoikää. Myös polttoasennolla on vaikutusta valovirran alenemaan: alenema on vaakasuorassa polttoasennossa suurempi kuin pystyasennossa. Polttoasennolla ei sen sijaan ole olennaista vaikutusta lamppujen kuolleisuuteen. /3, s.232-233/.

9.5 Suurpainenatriumlamput

Suurpainenatriumlamppujen tehoalue on 35 ... 1 000 W. Tuotekehitys on polttoïän pidentämisen ja valotehokkuuden parantamisen lisäksi suuntautunut pääasiassa kolmelle alueelle: pieniin yksikkökokoihin, elohopealampun korvaaviin lamppuihin ja paremmat väriominaisuudet omaaviin lamppuihin. Pienitehoisten 35 ... 70 W lamppujen purkausputken mitoitus sekä valo- sähkötekniisten ominaisuuksien optimointi poikkeavat merkittävästi esimerkiksi 150 W lampun suunnittelusta. /3, s.236/.

Lamppu voi olla käyttökelvoton, jos sen valontuotto on alentunut liikaa. Myös valon väriominaisuudet saattavat muuttua niin, ettei lamppu kelpaa tehtäväänsä. Käytännössä lamppujännitteen liiallinen kasvu ja valovirran alenema määräävät polttoïän. Elinïän aikana tapahtuvan lamppujännitteen kasvun on todettu johtuvan kahdesta tekijästä. Ensinnäkin purkausputki tummenee iän myötä ja aiheuttaa lämpötilan nousun purkausputkessa. Tämä puolestaan lisää höyryn painetta, mikä saa aikaan lamppujännitteen kasvun. Toinen syy lamppujännitteen kasvuun on natriumin reagointi putkimateriaalin kanssa. Se merkitsee natriumhävikkiä, jolloin elohopean suhteellinen osuus amalgaamissa lisääntyy. Myös tämä saa aikaan paineenkasvun purkausputkessa. Natriumhävikin merkitystä pidetään usein suurempana syynä lamppujännitteen kasvuun kuin purkausputken tummumista.

Purkausputki tummuu lähinnä putken päistä elektrodien läheisyydestä sekä toisaalta putken keskiosasta. Päiden tummuminen aiheutuu elektrodien emissioaineen ja muun elektrodirakenteen höyrystymisestä samoin kuin osittain amalgaamihävikistä. Sen sijaan putken keskiosassa, jossa lämpötila on korkein, on natriumhävikin vaikutus suurin. Kun lamppujännite on kasvanut tiettyyn arvoon, ei kuristin pysty enää pitämään lamppua toiminnassa. Lamppu sammuu ja jäähtyttyään riittävästi (höyryn paine laskenut) syttyy uudelleen, lämpenee ja sammuu jälleen. Tällaisen jakson pituus saattaa vaihdella muutamasta minuutista jopa useaan tuntiin. Lampun toiminta säilyy suhteellisen stabiilina aina siihen asti, kunnes lamppujännite on kasvanut 20 ... 30 % nimellisarvostaan. Tämän jälkeen ulkoiset häiriöt, kuten verkkojännitteen nopeat vaihtelut saattavat sammuttaa lampun hyvinkin herkästi. /3, s.250/.

9.6 Monimetallilamput

Monimetallilamppu on korkeapaineiseen kaasupurkaukseen perustuva purkauslamppu. Lamppujen valotekniset ominaisuudet eroavat huomattavastikin toisistaan eri metallien purkaukselle antamien ominaisuuksien johdosta. Monimetallilamppujen värielämpötila on 3 000 ... 6 000 K ja R_a -indeksi 65 ... 90. Monimetallilamppujen valotehokkuus on elohopealamppujen valotehokkuutta suurempi. Monimetallilamppujen käyttöalue on laaja. Monimetallilampuissa on useita erilaisia lampputyyppejä, jotka soveltuvat mm. ulkoalue- ja julkisivuvalaistukseen, teollisuustila- ja urheiluhallivalaistukseen, myymälä- ja toimistovalaistukseen sekä teatterivalaistukseen. /3, s.257/.

9.7 Induktiolamppu

Induktiolampun valontuotto perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Liitäntälaitteen ja tehonsiirtimen yhdistelmä virittää lamppukuvun sisällä olevan elohopean ja kaasut suurtaajuudella induktiomenetelmällä. Tämä synnyttää UV-säteilyä, joka muuttuu lamppukuvun pinnassa olevien loisteaineiden avulla näkyväksi valoksi. /9/.

Induktiolamput on erittäin pitkäikäinen valonlähde, koska siinä ei ole kuluvia elektrodereja. Käyttöikä on noin 60 000 – 80 000 tuntia ja sen valotehokkuus noin 60 – 80 lm/W. /9/.

Induktiovalaisimen hinta on korkea ja tämän takia lamppu on vakiintunut lähinnä kohteisiin, joissa huolto on erittäin vaikeaa tai kallista. /9/.

9.8 LED

Termi LED on lyhenne englanninkielisestä termistä Light Emitting Diode. LED on puolijohdekomponentti, joka synnyttää lähes monokromaattista valoa (sisältää vain yhtä aallonpituutta), kun siihen johdetaan sähkövirtaa. /7/.

Energiankulutuksen vähentämiseksi perinteisiä hehkulamppuja korvataan LED-tekniikalla, joka on kasvava ja lupaava tekniikan ala. LED-valaisimet kuluttavat vähemmän energiaa, kestävät pidempään, tuottavat vähemmän lämpöä ja niiden valo voidaan tarvittaessa kohdistaa. /7/.

LED:t soveltuvat valonlähteinä niin yleis- kuin kohdevalaistukseen, ulko- ja sisävalaistukseen sekä moniin erityissovelluksiin. Valaistuksen suunnittelussa kannattaakin harkita myös LED-valaisimen käyttöä valaistusjärjestelmässä. LED:ien korkea hinta hidastaa niiden käyttöä edelleen, vaikka ne eivät itsessään komponentteina ole kalliita. LED-valaistusjärjestelmään tarvitaan lisäksi muita komponentteja, jotka nostavat lopputuotteen hintaa. Eri sovellusalueilla on kuitenkin kova kysyntä LED:eistä, joten niiden hintojen voidaan olettaa laskevan. /7/.

10 VALAISTUKSEEN TARVITTAVA SÄHKÖTEHO

Valaistustulokseltaan suunnilleen yhtä hyvä valaistus voidaan järjestää monella eri tavalla. Ratkaisusta riippuen tarvittava sähköteho voi vaihdella varsin laajoissa rajoissa. Huolellisella suunnittelulla yleisvalaistuksessa voidaan päästä taulukossa 2 esitettyihin sähkötehoihin pinta-alayksikköä kohti. Arvot edellyttävät, että valaistusta huolletaan asianmukaisesti. Tehorajoitus ei saa johtaa ristiriitaan valaistusvaatimusten kanssa. Esimerkiksi tapauksissa, joissa työtehtävä edellyttää valolta erittäin hyvää värintoistoa, voidaan joutua käyttämään suurempia sähkötehoja kuin taulukossa on esitetty. /5, s.95-96/.

TAULUKKO 2. Valaistukseen tarvittava sähköteho (liitäntälaitteen häviöt mukaan lukien) pinta-alayksikköä kohti yleisvalaistuksessa hyvää valaistustapaa noudattaessa. Valaistusta oletetaan huollettavan niin, ettei alenemakerroin mene pienemmäksi kuin 0,65 ... 0,7. /5, s.95-96/.

Valaistus- voimakkuus lx	Teho pinta-alayksikköä kohti, W/m ²			
	Loiste- lamppu- valaistus	Elohopea- lamppu- valaistus	Monimetalli- lamppu- valaistus	Suurpaine- natrium- lamppu- valaistus
100	3	4	3	2
150	4,5	6	4,5	3
200	6	8	6	4
300	9	12	9	6
500	15	20	15	10
750	23	30	23	15
1000	30	40	30	20

11 VALAISTUKSEN OHJAUS

Valaistusenergian tarpeetonta kulutusta voidaan rajoittaa varustamalla suhteellisen pienet alueet kukin omalla valokytkimellään ja opastamalla henkilökunta niiden oikeaan käyttöön. Tiloissa, joissa on valontarpeeltaan erilaista toimintaa eri aikoina, valaistuksen ryhmittely ja ohjaus on paras järjestää niin, että valaistustaso voidaan valita kulloisenkin tarpeen mukaan.

Nykyisten loistelamppujen kestävyys on niin hyvä, että niiden sammuttamisella säästettävän energian arvo on tavallisesti suurempi kuin lampun uudelleen sytyttämisestä johtuvan hiukan suuremman kulumisen aiheuttama lamppukustannusten lisääntyminen. Hehkulamppujen ja suurpainelamppujen elinikään sammuttaminen ja sytyttäminen eivät tuntuvasti vaikuta.

Valaistuksen ohjaus voi tapahtua käsin, automaattisesti tai näiden molempien yhdistämänä. Käsiohjaukseen voidaan käyttää kiinteitä kytkimiä tai liikuteltavia kauko-ohjaussäätimiä. Automaattinen ohjaus voi toimia päivänvalon voimakkuuden, kelloajan tai työntekijöiden läsnäolon mukaan, ja se voi olla osa rakennuksen muuta automaatiojärjestelmää. Automaattisesti toimivia järjestelmiä kannattaa suosia. Energiansäästö on varmempaa, kun valojen sytyttäminen ja sammuttaminen sekä valaistustasojen porrastaminen eivät ole yksistään työntekijän varassa. /5, s.94-95/.

12 VALVONTA-ALAKESKUS

Valvonta-alakeskus (VAK) on säätö-, ohjaus- ja valvontaoperaatioiden suorittamiseen käytettävä keskus. Valvonta-alakeskukset pitävät sisällään prosessorin ja muistia, missä sijaitsevat käyttöjärjestelmä ja säätöohjelmat. Valvonta-alakeskukseen kuuluu tyypillisesti myös liitännäismahdollisuudet 30 - 200 tulo- ja lähtöpisteelle, joihin kenttälaitteet, kuten anturit ja venttiilit liitetään. Alakeskus muodostaa siis kiinteistöautomaation sydämen. /8/.

13 ELINKAARIKUSTANNUSLASKENTA

Vanhan teknologian valaisimien hankintapäätöksiä miettiessä ei ole yleensä ollut tarpeen tehdä elinkaarikustannuslaskelmia erilaisten valaisinvaihtoehtojen välillä. Aikai-

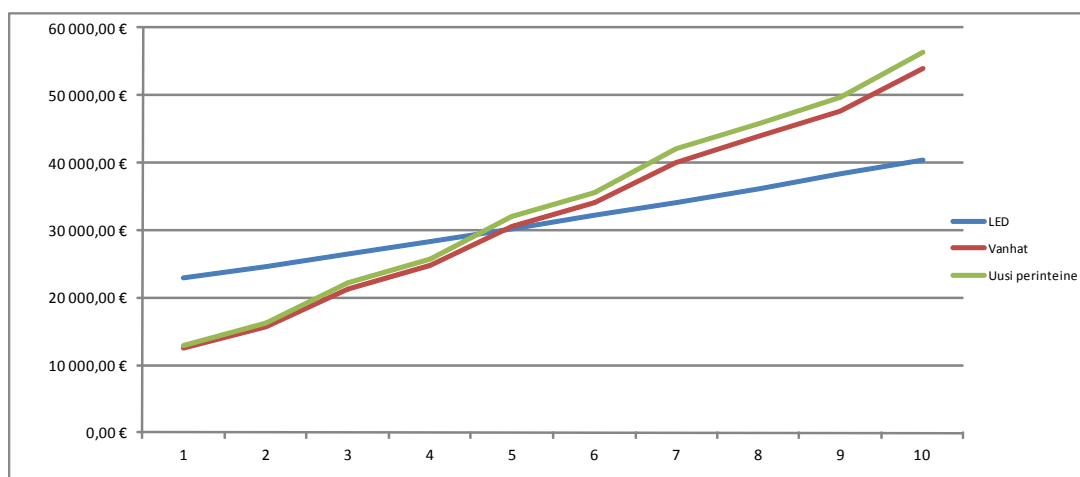
semmin on tullut tavaksi budjetoida tietty rahasumma, jolla suunnitellaan hankittavan tarvittava määrä valaisimia. Nykypäivänä led-valaisimien aiheuttama kustannusrakenne on erilainen verrattuna vanhempiin valaistusteknologioihin, joten laskentamallia ja budjetointitapaa on alettu muuttaa. Muutoksia joita on tullut led-valaisimien tultua on esimerkiksi energiankulutuksessa ja ylläpitokustannuksissa.

Elinkaarikustannuslaskennassa, joka on englanniksi Life cycle costs (LCC), tarkastellaan kaikkia yhteenlaskettuja kustannuksia valaistuksen koko elinkaaren aikana. Laskiessa tarkasti elinkaarikustannuksia, kyseessä on monimutkainen laskutoimitus nykyarvolaskentamenetelmineen. Laskutoimituksista selvittää yksinkertaistamalla asioita. Valaisimet asennetaan, niitä pitää ylläpitää ja ne kuluttavat lisäksi sähköä. Lisäksi pitää ottaa huomioon sähkön hinta ja työkustannukset, odotettavissa on että niiden hinnat nousevat vuosittain. Kun tehdään oletus, että energian ja työn hintojen nousu kompensoi koron vaikutuksen, elinkaarilaskenta tulee yksinkertaisemmaksi. Oleellisenä osana laskentamallia ovat myös huolto- ja ennen kaikkea energiakustannusten määrittäminen. Viime mainittu on keskeinen tekijä koko elinkaaritarkastelussa. Näiden asioiden yksinkertaistaminen mahdollistaa sen että laskelmista tulee ymmärrettävä ja riittävän tarkka tehdä perusteltuja hankintapäätöksiä.

Lähitulevaisuudessa elinkaarilaskentamallit tulevat olemaan yhä enemmän arvossaan, koska erityisesti sähköenergian hinta on voimakkaassa nousussa. Elinkaarilaskelman arvion käyttö mahdollistaa esimerkiksi tarkastelun, mikä on valaistuksen vaikutus elinkaaren aikana kertyviin käyttökustannuksiin. Luonnollisesti hankintahinta on asiakkailla etusijalla, mutta elinkaarilaskelmien avulla saadaan täsmällistä tietoa energiakustannuksista eri valaistusvaihtoehdoilla.

Alla olevassa esimerkissä, joka on saatu Easy Led Oy:tä, sähkönhintaa on 0,1€/kWh ja valaisimien vuotuinen käyttöaika on 4 400h. Elinkaarikustannuslaskelmissa on verrattu tämän hetkisiä purkauslamppuvalaisimia, uusia purkauslamppuvalaisimia ja led-valaisimia. Easy Led Oy:n led-valaisimen energiatehokkuutta ja ylläpidon kustannuksia ei pidä yleistää koskemaan kaikkia led-valaisimia.

Kokonaiskustannukset kun hankinnasta on kulunut 10 vuotta



Kokonaiskustannukset (LED 10 vuotta)	
Vaihtokustannukset	- €
Hankinta	21 209 €
Sähkö	19 247 €
Yhteensä	40 456 €
Keskim. vuosikust.	4 046 €

Kokonaiskustannukset (vanhat 10 vuotta)	
Vaihtokustannukset	9 400 €
Hankinta	9 400 €
Sähkö	35 208 €
Yhteensä	54 008 €
Keskim. vuosikust.	5 401 €

Säästö 10 vuoden jälkeen	
Vaihtokustannukset	9 400 €
Hankinta	-11 809 €
Sähkö	15 961 €
Yhteensä	13 552 €
Keskim. vuosisäästö	1 355 €

Kokonaiskustannukset (uusi perinteinen 10 vuotta)	
Vaihtokustannukset	22 560 €
Hankinta	9 870 €
Sähkö	35 208 €
Yhteensä	67 638 €
Keskim. vuosikust.	6 764 €

Säästö 10 vuoden jälkeen	
Vaihtokustannukset	22 560 €
Hankinta	-11 339 €
Sähkö	15 961 €
Yhteensä	27 182 €
Keskim. vuosisäästö	2 718 €

KUVA 1. Tämän hetkisten purkauslamppuvalaisimien, uusien purkauslamppuvalaisimien ja led-valaisimien kokonaiskustannukset, kun hankinnasta on kulunut 10 vuotta

Easy Led Oy:tä saaduista laskuista voi huomata, että led-valaisimen hankinnan jälkeiset vuotuiset kustannukset ovat huomattavan alhaiset suhteessa entisiin ja uusiin purkauslamppuvalaisimiin. Tulokset osoittavat myös, että vanhat purkauslamppuvalaisimet voidaan korvata hyvillä pitkän eliniän omaavilla led-valaisimilla. Laskelmia tehdessä olisi syytä miettiä onko kannattavaa vielä vaihtaa valaisimet uusiin. Varsinkin kyseisessä kohteessa jossa olisi tarkoitus vaihtaa led-valaisimiin. Voi olla viisainta odottaa että nykyisten valaisimien elinkaari tulisi lähelle loppua ja sitten vasta tekisi tarvittavat muutokset. Led-tekniikka ottaa suuria kehityksen harppauksia ja tämän ansiosta halpenee vielä lähivuosien aikana, jonka ansiosta mahdollisia säästöjä tulisi nopeammin kuin tämän hetken tekniikalla.

Huom. Easy Led Oy:tä saatu tarjouslaskelma on esimerkkilaskelma. Kustannukset saattavat vaihdella toimittajasta riippuen. Laskelman tiedot antavat kuitenkin riittävän tarkkuuden arvioida kokonaiskustannuksia. Laskelmien tarkemmat sisällöt löytyvät liitteistä 11-13.

14 MAHDOLLISET PARANNUSKOHTEET

Opinnäytetyön aiheena oli kiinnittää huomio kiinteistön valaistuksen epäkohtiin ja laskea muutoksista saatuja mahdollisia energiansäästöjä. Kohteessa keskityttiin löytämään säästöjä myymälän yleisvalaistuksen aamu- ja iltavalaistuksesta, mahdollisten LED-valaisimien käytöstä lastauslaiturilla ja pieniä muutoksia info-pisteen ja vaateosaston kohdevalaisimien aikaohjelmista. Laskelmissa ei ole otettu huomioon työ- ja investointikustannuksia.

14.1 Info-pisteen valaistus

Huomasimme, että info-pisteen edessä olevat valot ovat päällä joka toinen aamu (tiistaina, torstaina ja lauantaina) ennen kuin kauppa aukeaa, vaikka kyseisiä valoja tarvitaan vasta kaupan auettua. Info-pisteen valaisimet pitäisi liittää aikaohjelmaan, siten että ne syttyisivät vasta, kun kauppa aukeaa. Vaikka kyseisessä kohteessa on vain 16 valaisinta ja säästö tuntuu pieneltä päivää kohden, tulee pienellä muutoksella säästöä vuodessa kuitenkin sen verran, että kyseinen muutos kannattaisi harkita.

TAULUKKO 3. Info-pisteen energiankustannusten vertailu

Valaistus aamulla (3:45-7:30)	Viikossa (11h)		Vuodessa (572h)	
Energiankulutus	5,6	kWh	292,8	kWh
			Säästöt vuodessa:	
			293	kWh
			29	€

Taulukossa 3 on esitetty laskelmia info-pisteen valaisimista. Laskuissa on todettu kuinka paljon säästöä tulisi vuodessa, jos info-pisteen valaisimet syttyisivät vasta kaupan auettua. Säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työkustannuksia, noin 30 € (käytetty 365 päivää vuodessa ja laskettu sähkön hinnalla 10 snt/kWh). Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteessä 2.

14.2 Lastauslaituri

Lastauslaiturissa valot ovat purkauslamppuvalaisimia ja tämän takia tilaan jo asennettuja liiketunnistimia ei voida käyttää, koska purkauslamppuvalaisimilla kestää muutamia minuutteja lämmetä. Purkauslamppuvalaisimet kuluvat myös nopeasti, jos niitä sytytetään ja sammutetaan usein. Kyseisestä syystä lamput palavat taukoamatta, 24 tuntia päivässä, jonka seurauksena on suuri energian kulutus.

LED-valaisimet olisivat hyvä valinta kyseiseen tilaan, koska LED-valaisimet syttyvät ilman viivettä ja saavuttavat heti täyden valovirran sekä kestävät kytkentätilojen vaihtelun. LED-valaisimet voitaisiin kytkeä jo olemassa olevien liiketunnistimien perään, näin ollen lastauslaiturilla saataisiin laskettua huomattavasti valojen päälläoloaika.

TAULUKKO 4. Lastauslaiturin energiankustannusten vertailu

Valaistus		Päivässä		Vuodessa	
Monimetalli	00:00-24:00	169,2	kWh	61 758,0	kWh
LED	4:00-21:00	65,5	kWh	23 914,1	kWh
				Säästöt vuodessa:	
				37 844	kWh
				3 784	€

Taulukossa 4 on esitetty laskelmia lastauslaiturin valaistuksesta. Laskuissa on todettu kuinka paljon säästöä tulisi vuodessa, jos LED-valaisimia käytettäisiin lastauslaiturilla monimetallivalaisimien sijaan. Säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työkustannuksia ja investointeja, noin 3 780 € (käytetty 365 päivää vuodessa ja laskettu sähkön hinnalla 10 snt/kWh). Laskuissa verrataan vain valaisimien energiankulutusta. Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteessä 3.

LED-tekniikka on kehittynyt nopeasti viime vuosina ja uusia valaisimia ja valaisinvalmistajia on tullut markkinoille useita. Kyseiset muutokset eivät tosin ole halpoja ja näin ollen tulee laskea kuinka paljon muutokset tulevat maksamaan ja mikä on takaisin maksu-aika. Easy Led Oy valmistaa tehokkaita LED-valaisimia, jotka heidän saamien laskelmien mukaan ovat kilpailukykyisiä ja sopivat hyvin lastauslaiturien valaistukseen. Liitteissä 11-13 on Easy Led Oy:tä saatu tarjouslaskelma, jossa on vertailtu

LED-valaisimen ja vanhan sekä uuden monimetallivalaisimen energiankulutusta ja takaisinmaksu-aikaa, kun valaisimet ovat vuodessa 4 400h päällä. Laskuihin on otettu myös huomioon investointikustannukset. Tarjouslaskelmasta käy ilmi, että vaikka LED-valaisimen hinta on yli kaksinkertainen, maksaa se itsensä takaisin noin viiden vuoden kuluessa, alhaisemman energiankulutuksen ja vähäisten valaisimien vaihtokulujen johdosta. Tarkemmat kustannuslaskelmat ovat liitteissä 11-13.

Saatu tarjouslaskenta eroaa täten minun saamista laskuistani, koska olen pyrkinyt laskemaan energiankulutuksen LED-valaisimien tulevan käyttö-ajan liiketunnistimiin liitettynä ja verrannut sitä tämän hetkiseen energiankulutukseen. Laskuissani en ole kiinnittänyt huomiota investointikustannuksiin.

14.3 Vaateosaston valot

Vaateosastolla on samanlainen ongelma kuin Info-pisteessä. Vaatetelineiden yläpuolella olevia kohdevalaisimet tarvitaan vain silloin kun kauppa on auki. Tällä hetkellä valot palavat myös kaupan sulkeuduttua. Kyseiset valot pitäisi liittää valaistusohjaukseen ja näin ollen saataisiin säästöjä aikaiseksi.

TAULUKKO 5. Vaateosaston kohdevalaisimien energiankulutus

Valaistus yöllä	Viikossa (78h)		Vuodessa (4056h)	
Energiankulutus	27,3	kWh	1419,6	kWh
			Säästöt vuodessa:	
			1 420	kWh
			142	€

Taulukossa 5 on esitetty laskelmia vaateosaston kohdevalaisimista. Laskuissa on todettu kuinka paljon säästöä tulisi vuodessa, jos vaateosaston kohdevalaisimet sammuisivat yön ajaksi. Säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työkustannuksia ja investointeja, noin 140 € (käytetty 365 päivää vuodessa ja laskettu sähkön hinnalla 10 snt/kWh). Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteessä 4.

14.4 Myymälän yleisvalaistus

Valaisimien lukumäärä on suuri kohteen ison koon vuoksi. Myymälän yleisvalaistuksessa käytetään yhteensä noin 1 590 valaisinta. Tämän hetkisen myymälän yleisvalaistuksen voi jakaa kahteen osaan, vanhaan ja vuonna 2009 tehtyyn laajennukseen. Vanhassa osassa on noin 900 ja laajennuksessa on noin 690 valaisinta.

14.4.1 Vanha puolen yleisvalaistus

Yöllä ja aamulla valaistus voisi olla vain kolmannes koko valaistuksesta. Puoli tuntia ennen kaupan aukeamista valaistus muuttuisi täydeksi ja puoli tuntia kaupan sulkeutumisesta valaistus vähentyisi kolmanneksella. Kyseiset muutokset tarvitsevat uusia valvonta-alakeskuspisteitä, joiden avulla voitaisiin tehdä parempi valaistuksenohjaus.

TAULUKKO 6. Vanhan puolen yleisvalaistuksen energiankustannusten vertailu

Yleisvalaistus:		Päivässä		Vuodessa	
Nykyisellä ohjauksella (1/2 valoista aamulla ja illalla)	ma-pe	5x 1 679,5	kWh		
	lauantaina	1 591,2	kWh		
	sunnuntaina	1 370,2	kWh		
		ma-su	590 662,0	kWh	
Uudella ohjauksella (1/3 valoista päällä aamulla ja illalla)	ma-pe	5x 1 531,5	kWh		
	lauantaina	1 413,6	kWh		
	sunnuntaina	1 118,6	kWh		
		ma-su	529 864,4	kWh	
		Säästö			
		vuodessa:	60 797,6	kWh	
			6 080	€	

Taulukossa 6 on esitetty laskelmia myymälän vanhan puolen valaistuksen energiankustannusten vertailusta ennen ja jälkeen muutoksen. Laskuissa on todettu kuinka paljon säästöä tulisi vuodessa, jos nykyinen valaistus muutettaisiin sellaiseksi, että aamulla ja illalla valaistus olisi 1/2- valaistuksen sijaan 1/3- valaistuksesta. Säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työkustannuksia ja muita investointeja, noin 6 080 € (käytetty 365 päivää vuodessa ja laskettu sähkön hinnalla 10 snt/kWh). Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteissä 5 ja 6.

14.4.2 Myymälälaajennuksen yleisvalaistus

Laajennusosassa on 691 valaisinta, joista vaakarivillä 357 valaisinta ja pystyrivillä 334 valaisinta. Tämä osa menee yöllä kahdeksi tunniksi täysin pimeäksi. Se vaikeuttaa turvamiesten työskentelyä ja pitäisi saada muutettua uudessa valaistusohjauksessa. Laajennuksen valot eivät ole yhdenmukaiset vanhan osan valaistusohjelman kanssa. Aamulla laajennuksen valot menevät kaikki päälle, vaikka vain vaakarivi riittäisi työntekijöiden aamupuuhiin. Taulukossa 7 on laskettu paljonko saataisiin säästöä, jos laajennuksen pystyrivi olisi pois päältä silloin kun kauppa ei ole auki.

TAULUKKO 7. Laajennuksen yleisvalaistuksen energiankustannusten vertailu

Yleisvalaistus:		Päivässä		Vuodessa	
Nykyisellä ohjauksella (1/2 valoista aamulla ja illalla)	ma-pe	5 x 1 349,9	kWh		
	lauantaina	1 314,9	kWh		
	sunnuntaina	1 227,4	kWh		
				ma-su	483 173,6 kWh
Uudella ohjauksella (Pystyrivi kokonaan aamulla ja illalla pois)	ma-pe	5 x 1 123,1	kWh		
	lauantaina	1 022,6	kWh		
	sunnuntaina	771,4	kWh		
				ma-su	385 273,2 kWh
				Säästö	
				vuodessa:	97 900 kWh
					9 790 €

Taulukossa 7 on esitetty nykyisellä valaistuksenohjauksella kulutettu energia ja muutosten seurauksena saatu energiankulutus sekä lopuksi niiden erotuksen tuoma säästö vuodessa. Myymälän laajennuksen säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työkustannuksia ja investointeja, noin 9 800€ (käytetty 365 päivää vuodessa ja laskettu sähkön hinnalla 10 snt/kWh). Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteissä 7-6.

14.4.3 Myymälän yleisvalaistuksen yhdenmukaistaminen

Vanhan ja uuden puolen valaistus olisi hyvä saada yhdenmukaiseksi. Tällä saataisiin säästöjä ja viihtyvyyttä työntekijöille, kun valaistus olisi kaikkialla samanlainen. Laajennuksen valaistus on suunniteltu eri tavalla kuin vanhan osan. Laajennuksessa on

harvemmassa vaakarivejä kuin vanhalla puolella ja laajennuksessa on pystyriivejä, joita ei ole vanhalla puolella ollenkaan (liitteessä 1 kuva myymälän tämän hetkisestä valaistuksesta). Näistä erilaisuuksista johtuen myymälän yleisvalaistusta on vaikeaa saada yhdenmukaiseksi.

TAULUKKO 8. Myymälän valaistus nykyisellä ohjauksella

Yleisvalaistus:		Päivässä		Vuodessa	
Vanha puoli, nykyisellä ohjauksella (1/2 valoista aamulla ja illalla)	ma-pe	5 x 1 679,5	kWh		
	lauantaina	1 591,2	kWh		
	sunnuntaina	1 370,2	kWh		
	ma-su			590 662,0	kWh
Laajennus, nykyisellä ohjauksella (1/2 valoista aamulla ja illalla)	ma-pe	5 x 1 349,9	kWh		
	lauantaina	1 314,9	kWh		
	sunnuntaina	1 227,4	kWh		
	ma-su			483 173,6	kWh
			Yhteensä		
			vuodessa:	1 073 835	kWh
				107 383	€

TAULUKKO 9. Myymälän valaistus yhdenmukaistettuna

Yleisvalaistus:		Päivässä		Vuodessa	
Uudella yhdenmukaisella ohjauksella (1/2 valoista aamulla ja illalla)	ma-pe	5x 2 802,3	kWh		
	lauantaina	2613,1	kWh		
	sunnuntaina	2140,7	kWh		
ma-su				975 795,6	kWh
Yhteensä					
vuodessa:				975 795	kWh
				97 579	€

TAULUKKO 10. Valaistuksen yhdenmukaistamisesta saatavat säästöt vuodessa

Myymälän valaistus		Säästö vuodessa
Vanhalla ohjauksella koko valaistus	Uudella ohjauksella koko valaistus	
1 073 835 kWh	975 795,6 kWh	98 039 kWh
		9 804 €

Taulukossa 8, 9 ja 10 on esitetty vanhan puolen ja laajennuksen energiankulutus valaistuksesta vuodessa nykyisellä valaistuksenohjauksella ja vertailtu sitä uuteen valaistuksenohjaukseen, joka olisi yhdenmukainen koko kiinteistössä. Laskelmat eivät eroa suuresti aikaisemman taulukon 7 laskelmista, koska suurin energiansäästö tulee juuri laajennuksen pystyivien poistamisesta aamulla ja illalla. Tarkemmat kustannuslaskelmat ja kuvat ovat liitteissä 1 ja 5 sekä 7-10.

14.5 Valvonta-alakeskus

Muutokset valaistuksen aikaohjelmassa toisivat tuntuvia säästöjä, kuten edellä mainitut laskelmat todistavat. Kohteen valaistuksenohjaus on toteutettu valvonta-alakeskusohjelman kautta. Järjestelmään on ohjelmoitu eri alueille erilaisia aikaohjelmia, jotka eivät tällä hetkellä ole yhdenmukaisia koko myymälän kanssa. Liiketilän valaisinrivien muuttaminen yhdenmukaiseksi aamulla ja illalla on helpompaa ja halvempaa kuin valaistuksen muuttaminen tämän hetkisestä 1/2 valaisimesta 1/3 valaisimeen. Tässä kustannuksia nostaisivat asennuksiin menevät työtunnit ja mahdolliset uudet liitäntäpisteet valvonta-alakeskukseen.

15 YHTEENVETO SÄÄSTÖLASKELMISTA

Valonlähteet tulevat tulevaisuudessa yhä energiatehokkaammiksi, mutta todelliseen säästöön päästään parhaiten älykkään valaistusohjauksen ja -säättämisen avulla. Hyvin mietitty ohjaus ja valaistuksensäättäminen ottavat huomioon olosuhteet ja todelliset tarpeet eri tilanteissa.

Led on ollut perinteistä valaisemista kalliimpaa, mutta tuotteet ovat kustannustehokkaampia ja siksi ne pärjäävät hintavertailussa vanhan tekniikan kanssa hyvin. Led-

valaistus tulee halvemmaksi perinteiseen valaistukseen verrattuna vasta pitkällä aikavälillä, koska led-valaisimien hankintahinta on vielä noin 2-3 – kertainen normaaliin valaisimiin verrattuna. Tämän takia päätökset muuttaa valaistus ledeihin on ymmärrettävistä syistä vaikeaa.

TAULUKKO 11. Yhteenveto muutoskohteiden säästömahdollisuuksista

Muutoskohde	Päivässä		Vuodessa		5 vuodessa	
Info-piste	2,0	kWh	292,86	kWh	1 464,3	kWh
	0,0	MWh	0,29	MWh	1,5	MWh
Latauslaituri	103,0	kWh	37 595,0	kWh	187 975	kWh
	0,1	MWh	37,6	MWh	188,0	MWh
Vaateosaston valot	4,2	kWh	1 533,0	kWh	7 665,0	kWh
	0,0	MWh	1,5	MWh	7,7	MWh
Myymälän laajennuksen pysty rivi yöksi pois	268,9	kWh	98 148,5	kWh	490 742,5	kWh
	0,3	MWh	98,1	MWh	490,7	MWh
Säästö yhteensä	378,1	kWh	137 569,4	kWh	687 847,0	kWh
	0,4	MWh	137	MWh	688	MWh
Rahallinen säästö	38	€	13 757	€	68 785	€

Taulukossa 11 on näytetty mahdollisten muutosten säästö energiankulutuksessa ja kuinka paljon rahallinen säästö olisi. Kiinteistön säästöpotentiaali vuodessa olisi, ilman työ kustannuksia ja investointeja, noin 14 000€. Kyseinen taulukko on vain yhteenveto kohteeseen tehdyistä säästölaskelmista ja tarkemmat laskelmat ja kuvat on laitettu liitteisiin 1-10.

Yhteenvedosta voidaan nähdä, että kaikki muutokset eivät toisi suuria säästöjä, mutta myymälän laajennuksen pystyvalaistus ja latauslaiturin valaistuksen muutokset kannattaisi ottaa harkintaan. Latauslaiturin valaistuksen muuttaminen LED-valaisimiin kannattaisi harkita, kun nykyisten valaisimien elinkaari on loppumassa. Easy Led Oy:tä saatu tarjouslaskenta, jossa on laskettu latauslaiturin saamat edut LED-valaisimilla, on liitteissä 11-13.

16 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli ottaa selvää missä Mikkelin Prisman kiinteistön valaistuksessa olisi parantamisen varaa ja kuinka paljon mahdolliset muutokset toisivat säästöä energiakustannuksissa. Kohteesta löytyi laskelmien ja pohdintojen perusteella useita energiansäästömahdollisuuksia. Työn tuloksena tutkittavassa kohteessa voitaisiin säästää energiaa muun muassa muuttamalla valaistuksenohjausta yhdenmukaisemmaksi vanhan- ja laajennusosan kanssa sekä LED-valaisimiin vaihtamista lastauslaiturilla.

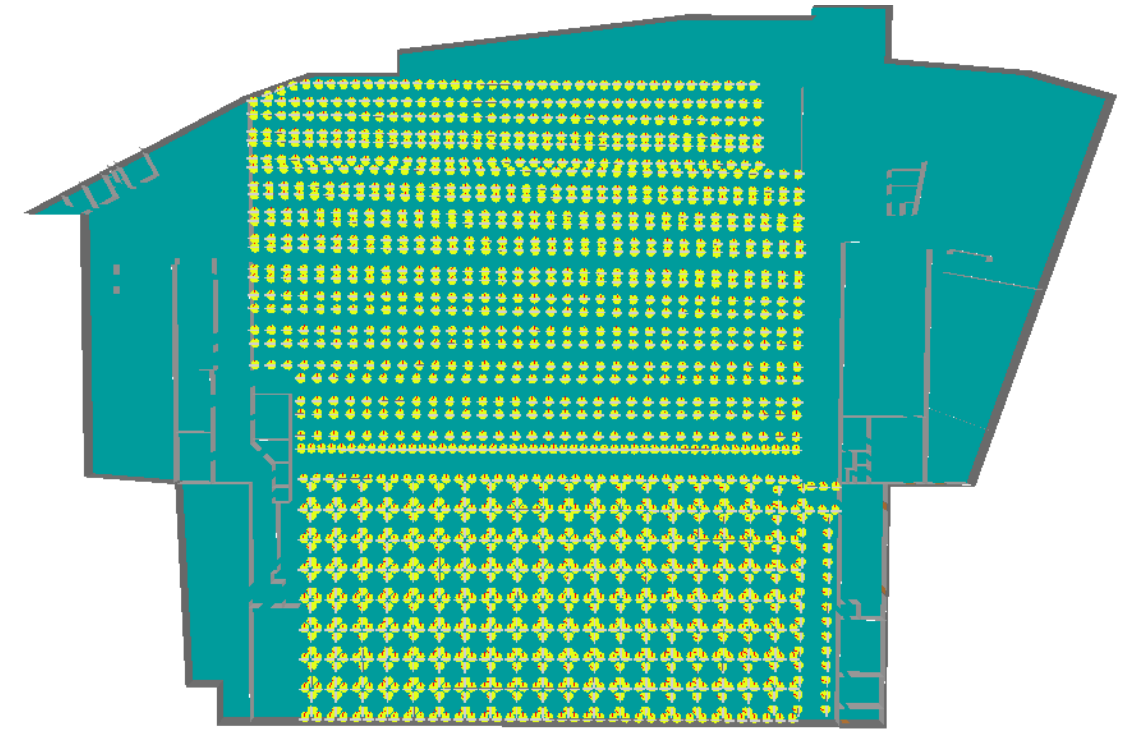
Kaikki muutokset kannattaisi ottaa harkintaan, myös pienet säästökohteet, koska ne olisi yksinkertaisesti toteutettavissa. Lastauslaiturin valaistuksen muuttaminen LED-valaisimiin olisi jo nyt kannattavaa, mutta voi olla viisainta odottaa että nykyisten valaisimien elinkaari viedään loppuun.

Kohteessa, jossa on jo valmis valaistus ja siihen lisätty jälkikäteen laajennus, on melko vaikeaa laskea muutosten aiheuttamien kustannusten ja tulevien energiasäästöjen erotusta sekä takaisinmaksu-aikaa, joten oli hyvä rajata työ vain energiasäästömahdollisuuksiin. Asiakas voi tulosten perusteella tehdä omat johtopäätökset ja miettiä ryhtytäänkö viemään suunnitelmia eteenpäin.

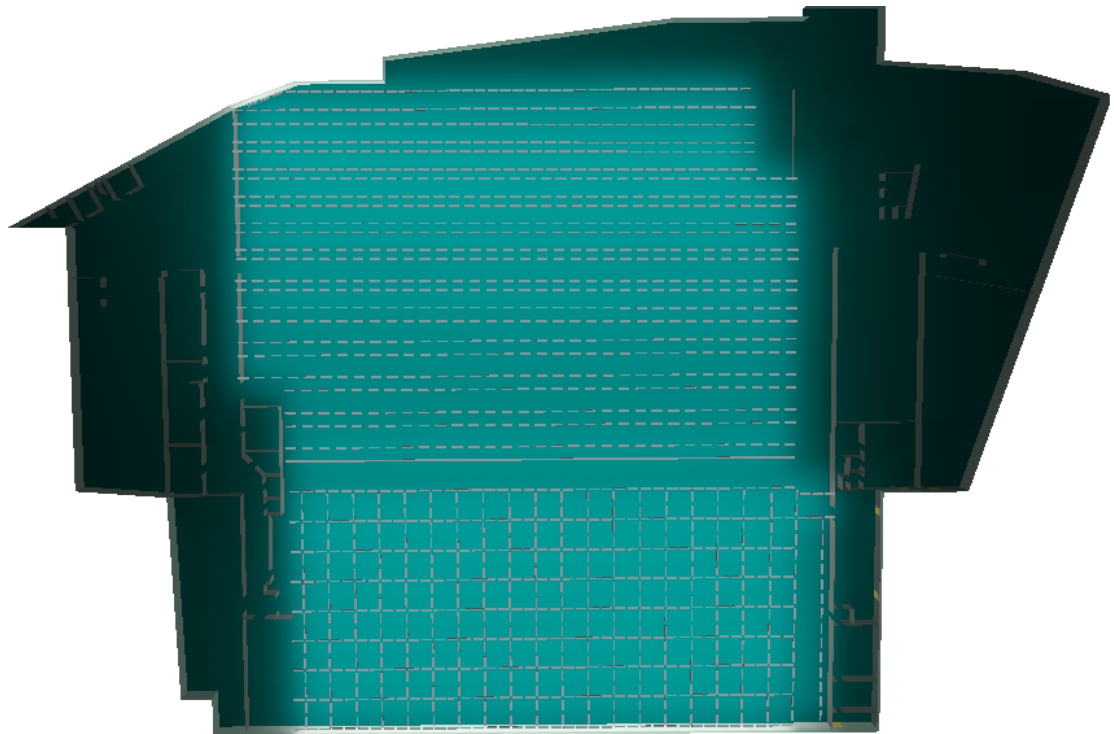
Työ oli kaikin puolin mielenkiintoinen ja opin valaistuksensuunnittelusta paljon. Vaikeinta työssä oli miettiä ruokakauppakiinteistön yleisvalaistusta, koska kiinteistö on niin valtavan iso ja piti miettiä miten kiinteistö toimii eli milloin työntekijät ja tavarat saapuvat. Kiinteistön koko aiheutti myös päänvaivaa laskiessani myymälässä olevien valaisimien lukumäärää. Loppujen lopuksi tulimme siihen tulokseen että tärkeintä olisi saada laajennuksen ja vanhan osan valaistus yhdenmukaiseksi sekä laajennuksen valot järkevämmän ohjauksen taakse. Työssä ei ole otettu huomioon muutosten työ- kustannuksia, vaan on keskitytty eri ratkaisujen energiankulutukseen, koska muuten työstä olisi tullut liian laaja.

LÄHTEET

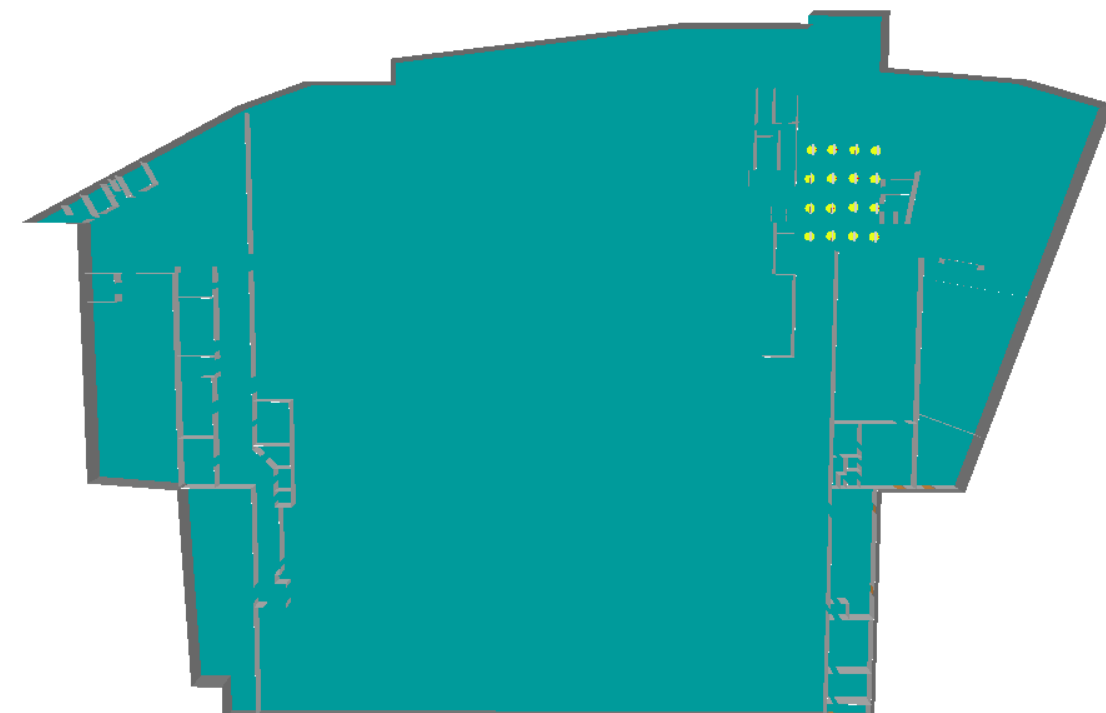
- /1/ Eulux 2012. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.eulux.fi/> Päivitetty 10.02.2011. Luettu 15.02.2012.
- /2/ Jauamaha, L. 2007.
Energy-Efficient Building Systems –Green Strategies for Operation and Maintenance.
McGraw-Hill
- /3/ Liisa Halonen- Jorma Lehtovaara. 1992
542 Valaistustekniikka
- /4/ Prisma 2012. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.prisma.fi/market/prisma> Päivitetty 12.02.2011. Luettu 15.02.2012.
- /5/ Suomen Valoteknillinen Seura r.y:n julkaisu nro 9 – 1986
Valaistussuositukset – Sisävalaistus
- /6/ Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu .
1982
- /7/ Sähkötieto ry. 2008. ST 57.52. LED-Valasitusjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy
- /8/ Sähkötieto ry. 2006. ST-Käsikirja 21. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo Oy
- /9/ Sähkötieto ry. 2009.ST 58.08. Valonlähteiden ominaisuudet Espoo: Sähköinfo Oy
- /10/ Sylvania lamppuluettelo



KUVA 2. Myymälän yleisvalaistus, kaikki valot päällä



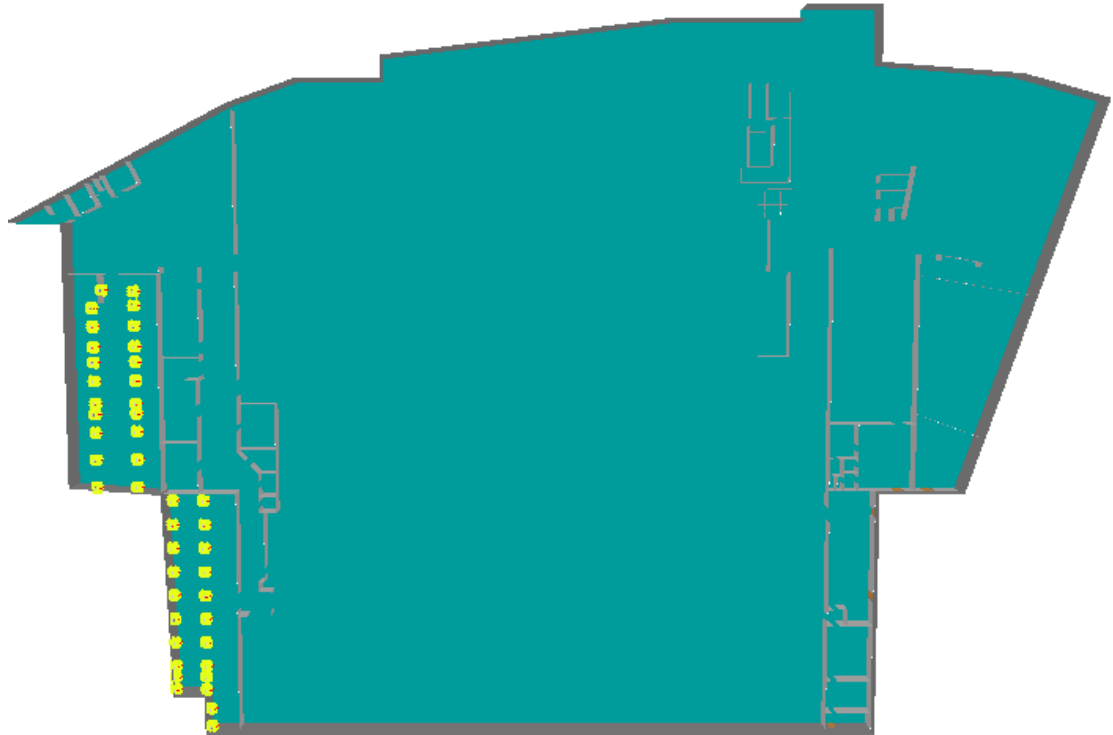
KUVA 3. Myymälän yleisvalaistus, kaikki valot pois päältä



KUVA 4. Info-pisteen valaistus

TAULUKKO 12. Info-pisteen energiankulutus ja säästöt

Info-Piste				Valot palavat joka toinen päivä liian aikaisin Ti, To, La			
		Aikaväli				kWh	€
Teho P (W)	32			Sähkönkulutus Ti, To, La	$P \times t \times n / 1000$	5,63	
Aika t (h)	11	(Ti, To, La)*					
Määrä n (kpl)	16			Sähkökustannukset Ti, To, La (11h)	Sähkönkulutus x 0,1€/Kwh		0,56
				Sähkökustannukset vuodessa (52 viikkoa)	Sähkökustannukset x 52	292,86	29,29
*							
	Päälle	Pois					
maanantai	Menee päälle oikeaan aikaan						
tiistai	3:45	7:30	(3h 45min)				
keskiviikko	Menee päälle oikeaan aikaan						
torstai	3:45	7:30	(3h 45min)				
perjantai	Menee päälle oikeaan aikaan						
lauantai	3:45	7:30	(3h 45min)				
sunnunta	Menee päälle oikeaan aikaan						
Yhteensä			11h 15min				



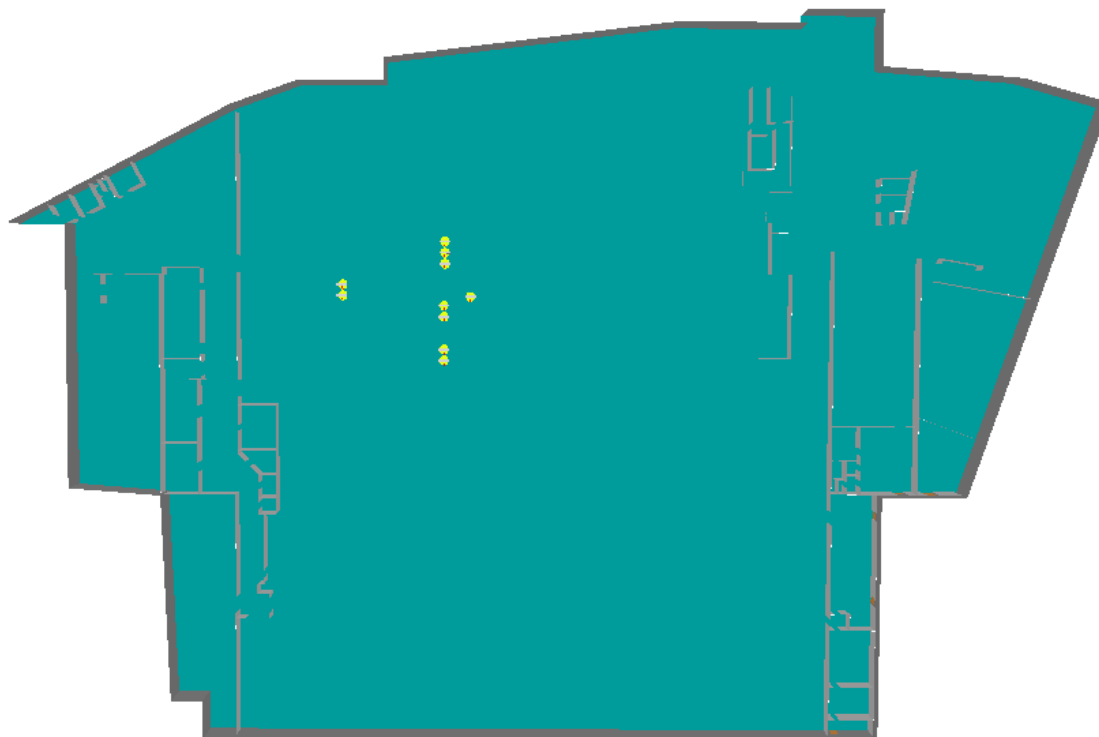
KUVA 5. Lastauslaiturin valaistus

TAULUKKO 13. Lastauslaiturin energiankulutuksen vertailu nykyisillä valaisimilla ja LED-valaisimilla

LASTAUSLAITURIN LED-IIÄ		Aikaväli			kWh	€
Teho P (W)	82		Sähkönkulutus päivässä	$P \times t \times n / 1000$	66	
Aika t (h)	17	(4:00-21:00)?				
Määrä n (kpl)	47		Sähkötalustannukset päivässä (10h)	Sähkönkulutus x 0,1€/Kwh	7	
			Sähkötalustannukset vuodessa (365 päivää)	Sähkötalustannukset x 365	23914	2391
			Led-valaisimet ovat liiketunnistimien takana, jotenka aikaväli on mietitty tavarankäytön ajan mukaan ja kaupan mentyä kiinni.			
LASTAUSLAITURIN NYKYISELLÄ VALAISTUKSELLA		Aikaväli			kWh	€
Teho P (W)	150		Sähkönkulutus päivässä	$P \times t \times n / 1000$	169	
Aika t (h)	24	(00:00-24:00)				
Määrä n (kpl)	47		Sähkötalustannukset päivässä (20h)	Sähkönkulutus x 0,1€/Kwh	17	
			Sähkötalustannukset vuodessa (365 päivää)	Sähkötalustannukset x 365	61758	6176

TAULUKKO 14. Lastauslaiturilla muutoksen jälkeen saatavat säästöt

Lastauslaiturin säästömahdollisuudet, kun otetaan vain huomioon energiakustannukset.			
Muutoksen avulla saadaan valaisimet liiketunnistimien perään, jotka jo sijaitsevat kohteessa ja tämän takia käyttötunnit tippuvat huomattavasti.			
	Nykyiset energiakustannukset	Muutoksen jälkeen olevat kustannukset	Mahdolliset säästöt energiakustannuksissa vuodessa
€	6176	2391	3784



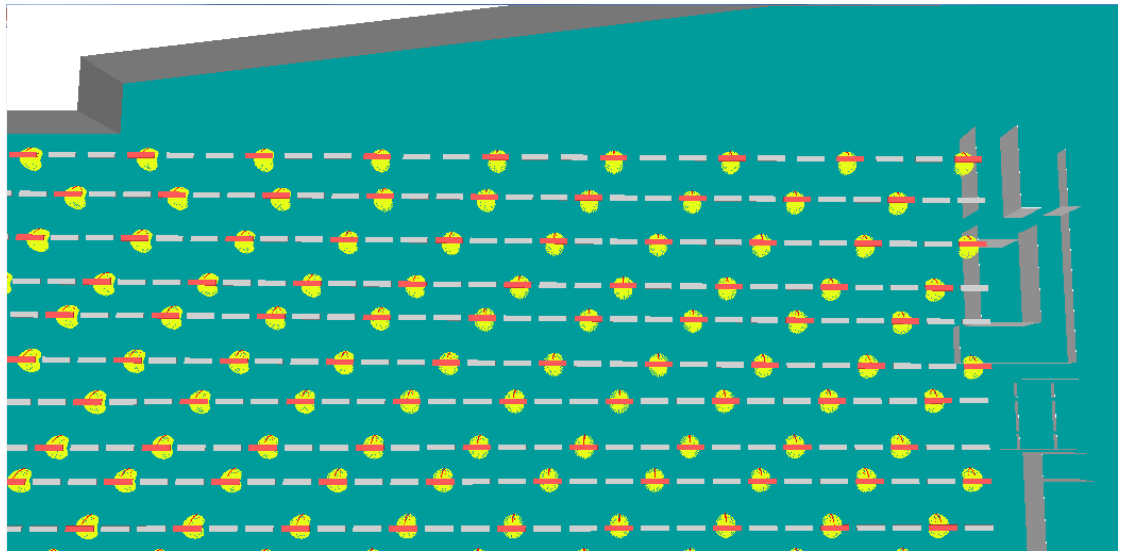
KUVA 6. Vaateosaston kohdevalaistus

TAULUKKO 15. Vaateosaston energiakustannukset

Vaateosaston valot		Ma-Su	Muutosten avulla saatavat säästöt				
yöllä valot pois päältä						kWh	€
		Aikaväli	Sähkönkulutus Ma-Su	$P \times t \times n / 1000$	27,3		
Teho P (W) 2x49	35		Sähkökustannukset ma-su (52h)	Sähkönkulutus x 0,1€/Kwh		2,73	
Aika t (h)	78	(Ma-Su) *	Sähkökustannukset vuodessa (52 viikkoa)	Sähkökustannukset x 52	1419,6	141,96	
Määrä n (kpl)	10						
*	Muutos						
	VAK ohjelma						
		yöt					
maanantai	Pois 19:30	Päälle 7:30	(su-ma) 12h				
tiistai	Pois 21:30	Päälle 7:30	(ma-ti) 10h				
keskiviikko	Pois 21:30	Päälle 7:30	(ti-ke) 10h				
torstai	Pois 21:30	Päälle 7:30	(ke-to) 10h				
perjantai	Pois 21:30	Päälle 7:30	(to-pe) 10h				
lauantai	Pois 21:30	Päälle 7:30	(pe-la) 10h				
sunnuntai	Pois 19:30	Päälle 11:30	(la-su) 16h				
Yhteensä pois päältä		78h					

TAULUKKO 16. Laskut vanhanpuolen osalta, nykyisellä ohjauksella

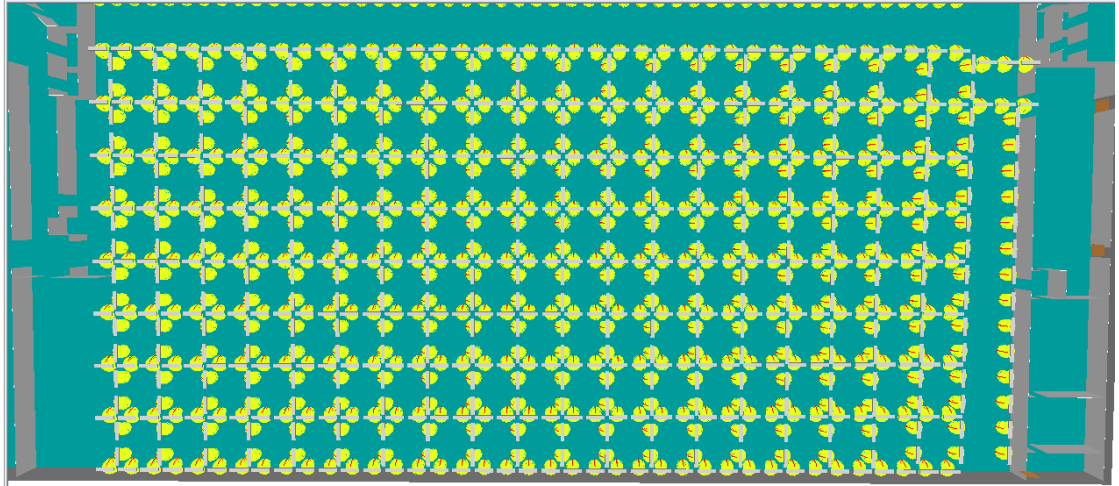
	Vanhan puolen valaistus 1/2 valoista päällä aamulla ja illalla			
	Aikaväli	P * n * t	Päivässä	Vuodessa
ma-pe	3:45-7:30	0,098kW*451*4h =	176,8 kWh	
	7:30-21:30	0,098kW*902*14h =	1 237,5kWh	
	21:30-3:45	0,098kW*451*6h =	265,2 kWh	
	yhteensä			436 670,0 kWh
lauantai	3:45-7:30	0,098kW*451*4h =	176,8 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*902*12h =	1 060,8 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*451*8h =	353,6 kWh	
	yhteensä			82 742,4 kWh
sunnuntai	3:45-7:30	0,098kW*451*8h =	353,6 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*902*7h =	618,8 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*451*9h =	397,8 kWh	
	yhteensä			71 250,4 kWh
ma-su	yhteensä			590 662 kWh



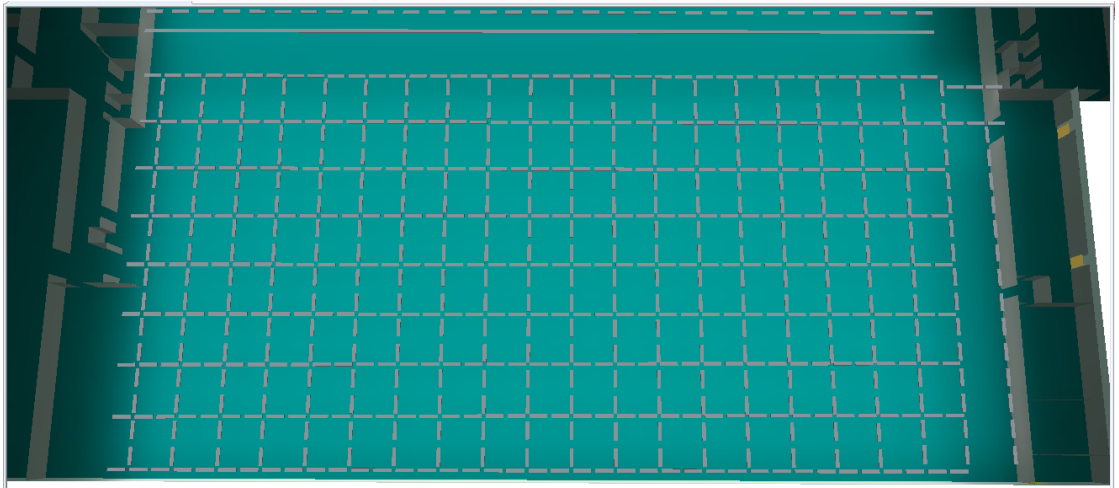
KUVA 7. Myymälän vanhan osan yleisvalaistus 1/3 päällä, lähikuva oikeasta yläkulmasta

TAULUKKO 17. Laskut vanhanpuolen osalta, uudella ohjauksella

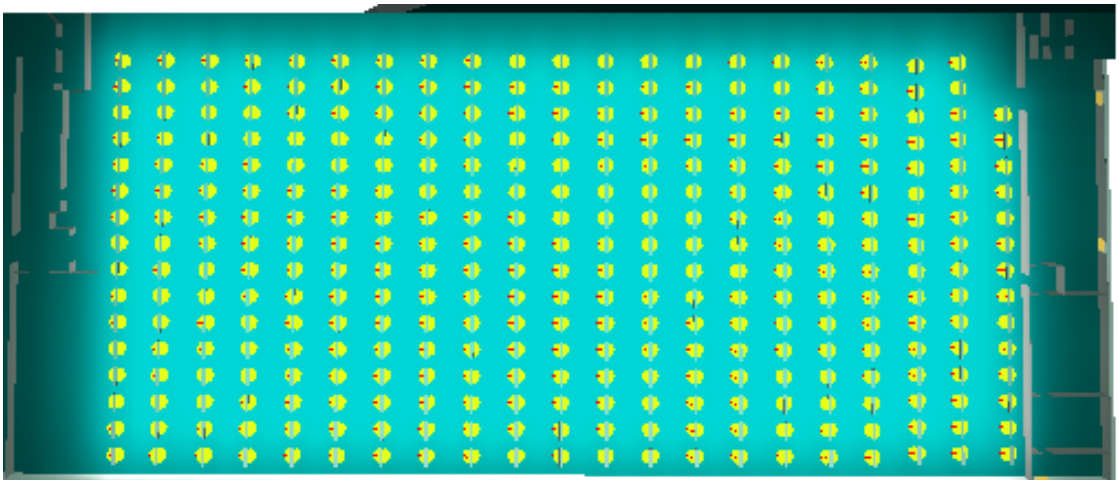
	Vanhan puolen valaistus 1/3 valoista päällä aamulla ja illalla			
	Aikaväli	P * n * t	Päivässä	Vuodessa
ma-pe	3:45-7:30	0,098kW*300*4h =	117,6 kWh	
	7:30-21:30	0,098kW*902*14h =	1 237,5 kWh	
	21:30-3:45	0,098kW*300*6h =	176,4 kWh	
	yhteensä			398 190 kWh
lauantaina	3:45-7:30	0,098kW*300*4h =	117,6 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*902*12h =	1 060,8 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*300*8h =	235,2 kWh	
	yhteensä			73 507,2 kWh
sunnuntaina	3:45-7:30	0,098kW*300*8h =	235,2 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*902*7h =	618,8 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*300*9h =	264,6 kWh	
	yhteensä			58 167,2 kWh
ma-su	yhteensä			529 864,4 kWh



KUVA 8. Myymälän laajennuksen kaikki valaisimet päällä



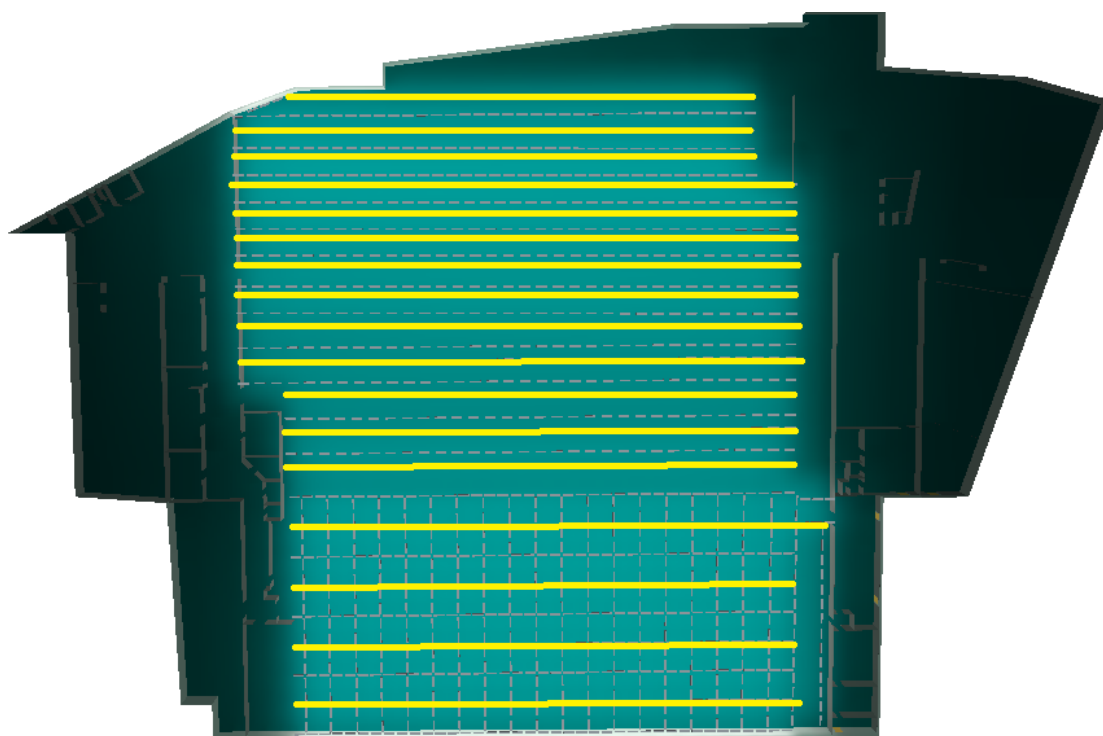
KUVA 9. Myymälän laajennuksen valaistus pois päältä



KUVA 10. Myymälän laajennuksen pystyrivin valaistus

TAULUKKO 18. Myymälän laajennuksen pystyrivivalaistuksen säästölaskut

Yleisvalaistus:		Päivässä		Vuodessa	
Nykyisellä ohjauksella (½ valoista päällä aamulla ja illalla) ma-pe	3:45-7:30	200,9	kWh		
	7:30-21:30	948,1	kWh		
	21:30-1:45	200,9	kWh		
ma-pe		5x 1349,9	kWh	350 974,0	kWh
lauantaina	3:45-7:30	200,9	kWh		
	7:30-19:30	812,6	kWh		
	19:30-1:45	301,4	kWh		
	yhteensä	1 314,9	kWh	68 374,8	kWh
sunnuntaina	3:45-11:30	401,8	kWh		
	11:30-21:30	474,0	kWh		
	21:30-1:45	351,6	kWh		
	yhteensä	1 227,4	kWh	63 824,8	kWh
ma-su	yhteensä			483 173,6	kWh
Kahden tunnin täyspimennys yöllä huomioitu					
Uudella ohjauksella (Pystyrivi kokonaan aamul- la ja illalla pois)	3:45-7:30	70,0	kWh		
	7:30-21:30	948,1	kWh		
	21:30-3:45	105,0	kWh		
ma-pe	yhteensä	5x1 123,1	kWh	292 006,0	kWh
lauantaina	3:45-7:30	70,0	kWh		
	7:30-19:30	812,6	kWh		
	19:30-3:45	140,0	kWh		
	yhteensä	1 022,6	kWh	53 175,2	
sunnuntaina	3:45-11:30	140,0	kWh		
	11:30-18:30	474,0	kWh		
	18:30-3:45	157,4	kWh		
	yhteensä	771,4	kWh	40 092,0	
ma- su	yhteensä			385 273,2	
				Säästöt vuodessa:	
				97 900,4	kWh
				9 790	€



KUVA 11. Koko myymälän yleisvalaistuksen yhdenmukaistaminen; joka toinen valaisinrivi palaa aamulla ja illalla

TAULUKKO 19. Vanha ja laajennus osa, uudella ohjauksella. Pystyrivi kokonaan aamulla ja illalla pois ja ½ valoista päällä aamulla ja illalla

Myymälän valaistuksen yhdenmukaistaminen				
	Aikaväli	P * n * t	Päivässä	Vuodessa
ma-pe	3:45-7:30	0,098kW*629*4h =	246,8 kWh	
	7:30-21:30	0,098kW*1593*14h =	2 185,6 kWh	
	21:30-3:45	0,098kW*629*6h =	369,9 kWh	
	yhteensä			728 598,0 kWh
lauantaina	3:45-7:30	0,098kW*629*4h =	246,6 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*1593*12h =	1 873,4 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*629*8h =	493,1kWh	
	yhteensä			135 881,2kWh
sunnuntaina	3:45-7:30	0,098kW*629*8h =	493,1 kWh	
	7:30-19:30	0,098kW*1593*7h =	1092,8 kWh	
	19:30-3:45	0,098kW*629*9h =	554,8 kWh	
	yhteensä			111 316,4 kWh
ma-su	yhteensä			975 795,6kWh


TAULUKKO 20. Muutoksesta saatavat säästöt vuodessa

Myymälän valaistuksen yhdenmukaistamisesta tulevat säästöt vuodessa		
Vanhalla ohjauksella koko valaistus	Uudella ohjauksella koko valaistus	
1 073 835 kWh	975 795,6 kWh	98 039 kWh
		9 804 €

LED			LED		
Valaisimen elinikä	tuntia	80000			
Kulutus	wattia	82			
Valaisimen hinta	€	535,00 €			
Asennuksen hinta	€	50,00 €			
Vaihtolampun hinta	€	0,00 €			
Vaihdon hinta	€	30,00 €			
Valaisimien määrä		47			
Yleiset					
Sähkön hinta	s/kwh	10			
Vuosittainen sähkön hinnan nousu	s/kwh	0,3			
Käyttöaika vuodessa	tuntia	4400			
Tuki LED-valaisimien hankinnalle		25,00 %			
Paikkojen vuosittainen nousu		3,00 %			
Inflaatio		2,00 %			
Kylmätilat					
Led-valaisimen hyötysuhde		65,00 %			
Vanhojen valaisimien hyötysuhde		25,00 %			
Lämpökuorman pieneneminen					
LED-valaisimet		54,67 %			
Vanhat valaisimet		45,33 %			
Uusi perinteinen korvaava		45,33 %			
Todellinen kulutus					
LED-valaisimet	wattia	82,00			
Vanhat valaisimet	wattia	150,00			
Uusi perinteinen korvaava	wattia	150,00			
Rahoitustiedot					
Korko %		5,20 %			
Laina-aika vuosina		5			
2					
CO ₂ -päästöt / kwh	(Fortum)	64			

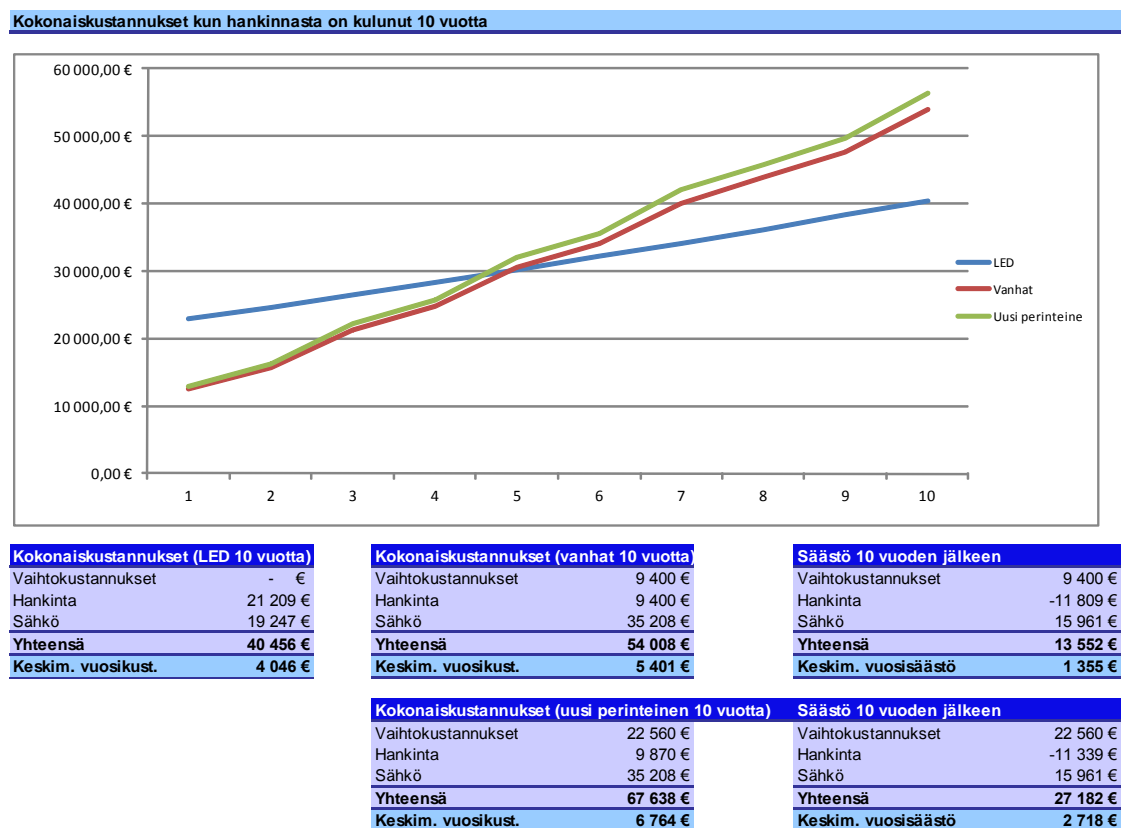
Vanhat mallit		*)Poistuva vanha polttimo LPS tai HQL	Uusi korvaava perinteinen malli HIT tai SPNA
Valaisimen elinikä	tuntia	10000	12000
Kulutus	wattia	150	150
Valaisimen hinta	€	150	160
Asennuksen hinta	€	50	50
Vaihtolampun hinta	€	20	30
Vaihdon hinta	€	30	30
Valaisimien määrä		47	47
Hankinnan kustannukset			
LED-hankinnan kustannus		18 859 €	18 859 €
Vanhojen hankinnan kustannus		7 050 €	7 520 €
Erutus		11 809 €	11 339 €
LED-hankinnan kustannus + asennus		21 209 €	21 209 €
Vanhojen hankinnan kustannus + asennus		9 400 €	9 870 €
Erutus		11 809 €	11 339 €
LED-valaisimien elinikä	vuotta	18,18	18,18
Vanhojen valaisimien elinikä	vuotta	2,27	2,73

*) Vanhojen valaisin runkojen kuntoa ei ole laskettu vanhojen valaisimien elinikään mukaan



Asiakas			
Vanha Valaisin	150	SPNA	
Valosuunnittelu	Dialux / MN		

KUVA 12. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Vertailussa LED ja vanha sekä uusi monimetallili valaisin.



KUVA 13. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Kuvassa on näytetty kuinka kauan menee ennen kuin LED-valaisimet maksavat itsensä takaisin.

Vuosittaiset ja kumulatiiviset kustannukset LED-valaisimille 20 vuodessa ilman lainaa

Kustannustaulukko			Hankinta		
vuosi	Vuos. Sähkökust.	Kum. Sähkökust.	Vaihtokustannukset	Vuosittaiset kust.	Kumul. Vuosikust.
1	1 695,76	1 695,76 €	0 €	22 904,51 €	22 904,51 €
2	1 746,63	3 442,39 €	0 €	1 746,63 €	24 651,14 €
3	1 797,51	5 239,90 €	0 €	1 797,51 €	26 448,65 €
4	1 848,38	7 088,28 €	0 €	1 848,38 €	28 297,03 €
5	1 899,25	8 987,53 €	0 €	1 899,25 €	30 196,28 €
6	1 950,12	10 937,65 €	0 €	1 950,12 €	32 146,40 €
7	2 001,00	12 938,65 €	0 €	2 001,00 €	34 147,40 €
8	2 051,87	14 990,52 €	0 €	2 051,87 €	36 199,27 €
9	2 102,74	17 093,26 €	0 €	2 102,74 €	38 302,01 €
10	2 153,62	19 246,88 €	0 €	2 153,62 €	40 455,63 €
11	2 204,49	21 451,36 €	0 €	2 204,49 €	42 660,11 €
12	2 255,36	23 706,72 €	0 €	2 255,36 €	44 915,47 €
13	2 306,23	26 012,96 €	0 €	2 306,23 €	47 221,71 €
14	2 357,11	28 370,06 €	0 €	2 357,11 €	49 578,81 €
15	2 407,98	30 778,04 €	0 €	2 407,98 €	51 986,79 €
16	2 458,85	33 236,90 €	0 €	2 458,85 €	54 445,65 €
17	2 509,72	35 746,62 €	0 €	2 509,72 €	56 955,37 €
18	2 560,60	38 307,22 €	0 €	2 560,60 €	59 515,97 €
19	2 611,47	40 918,69 €	1 410 €	4 021,47 €	63 537,44 €
20	2 662,34	43 581,03 €	0 €	2 662,34 €	66 199,78 €
Yhteensä		43 581,03 €	1 410 €		66 199,78 €

KUVA 14. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Vuosittaiset sähkökustannukset LED-valaisimilla.

Vuosittaiset ja kumulatiiviset kustannukset vanhoille valaisimille 20 vuodessa ilman lainaa

Kustannustaulukko			Hankinta		
vuosi	Vuos. Sähkökust.	Kum. Sähkökust.	Vaihtokustannukset	Vuosittaiset kust.	Kumul. Vuosikust.
1	3 102,00	3 102,00 €	0 €	12 502,00 €	12 502,00 €
2	3 195,06	6 297,06 €	0 €	3 195,06 €	15 697,06 €
3	3 288,12	9 585,18 €	2 350 €	5 638,12 €	21 335,18 €
4	3 381,18	12 966,36 €	0 €	3 381,18 €	24 716,36 €
5	3 474,24	16 440,60 €	2 350 €	5 824,24 €	30 540,60 €
6	3 567,30	20 007,90 €	0 €	3 567,30 €	34 107,90 €
7	3 660,36	23 668,26 €	2 350 €	6 010,36 €	40 118,26 €
8	3 753,42	27 421,68 €	0 €	3 753,42 €	43 871,68 €
9	3 846,48	31 268,16 €	0 €	3 846,48 €	47 718,16 €
10	3 939,54	35 207,70 €	2 350 €	6 289,54 €	54 007,70 €
11	4 032,60	39 240,30 €	0 €	4 032,60 €	58 040,30 €
12	4 125,66	43 365,96 €	2 350 €	6 475,66 €	64 515,96 €
13	4 218,72	47 584,68 €	0 €	4 218,72 €	68 734,68 €
14	4 311,78	51 896,46 €	2 350 €	6 661,78 €	75 396,46 €
15	4 404,84	56 301,30 €	0 €	4 404,84 €	79 801,30 €
16	4 497,90	60 799,20 €	2 350 €	6 847,90 €	86 649,20 €
17	4 590,96	65 390,16 €	0 €	4 590,96 €	91 240,16 €
18	4 684,02	70 074,18 €	0 €	4 684,02 €	95 924,18 €
19	4 777,08	74 851,26 €	2 350 €	7 127,08 €	103 051,26 €
20	4 870,14	79 721,40 €	0 €	4 870,14 €	107 921,40 €
Yhteensä		79 721,40 €	18 800 €		107 921,40 €

KUVA 15. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Vuosittaiset sähkökustannukset vanhoilla monimetalli valaisimilla

Vuosittaiset ja kumulatiiviset kustannukset uusille perinteisille valaisimille 20 vuodessa ilman lainaa

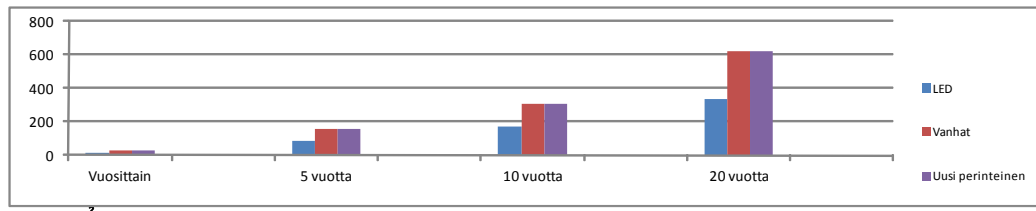
Kustannustaulukko			Hankinta		
vuosi	Vuos. Sähkökust.	Kum. Sähkökust.	Vaihtokustannukset	Vuosittaiset kust.	Kumul. Vuosikust.
1	3 102,00	3 102,00 €	0 €	12 972,00 €	12 972,00 €
2	3 195,06	6 297,06 €	0 €	3 195,06 €	16 167,06 €
3	3 288,12	9 585,18 €	2 820 €	6 108,12 €	22 275,18 €
4	3 381,18	12 966,36 €	0 €	3 381,18 €	25 656,36 €
5	3 474,24	16 440,60 €	2 820 €	6 294,24 €	31 950,60 €
6	3 567,30	20 007,90 €	0 €	3 567,30 €	35 517,90 €
7	3 660,36	23 668,26 €	2 820 €	6 480,36 €	41 998,26 €
8	3 753,42	27 421,68 €	0 €	3 753,42 €	45 751,68 €
9	3 846,48	31 268,16 €	0 €	3 846,48 €	49 598,16 €
10	3 939,54	35 207,70 €	2 820 €	6 759,54 €	56 357,70 €
11	4 032,60	39 240,30 €	0 €	4 032,60 €	60 390,30 €
12	4 125,66	43 365,96 €	2 820 €	6 945,66 €	67 335,96 €
13	4 218,72	47 584,68 €	0 €	4 218,72 €	71 554,68 €
14	4 311,78	51 896,46 €	2 820 €	7 131,78 €	78 686,46 €
15	4 404,84	56 301,30 €	0 €	4 404,84 €	83 091,30 €
16	4 497,90	60 799,20 €	2 820 €	7 317,90 €	90 409,20 €
17	4 590,96	65 390,16 €	0 €	4 590,96 €	95 000,16 €
18	4 684,02	70 074,18 €	0 €	4 684,02 €	99 684,18 €
19	4 777,08	74 851,26 €	2 820 €	7 597,08 €	107 281,26 €
20	4 870,14	79 721,40 €	0 €	4 870,14 €	112 151,40 €
Yhteensä		79 721,40 €	22 560 €		112 151,40 €

KUVA 16. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Vuosittaiset sähkökustannukset uusilla monimetalli valaisimilla.

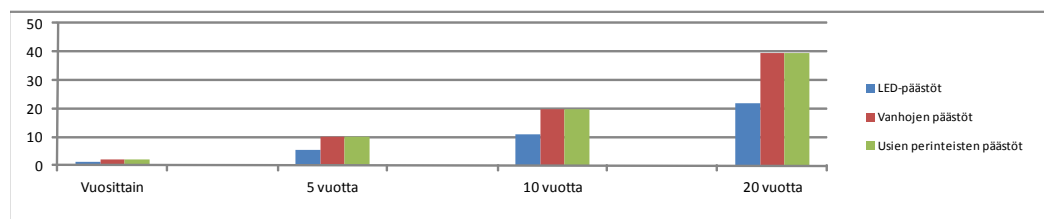
Sähkösäästö ja päästöt

CO₂-päästöt / kwh 64 (Fortum)

Sähkönkulutus Mwh	Vuosittain	5 vuotta	10 vuotta	20 vuotta
LED	16,9576	84,788	169,576	339,152
Vanhat	31,02	155,1	310,2	620,4
Säästö	14,0624	70,312	140,624	281,248
LED	16,9576	84,788	169,576	339,152
Uusi perinteinen	31,02	155,1	310,2	620,4
Säästö	14,0624	70,312	140,624	281,248



Päästöt CO ₂ -tonnia	Vuosittain	5 vuotta	10 vuotta	20 vuotta
LED	1,09	5,43	10,85	21,71
Vanhat	1,99	9,93	19,85	39,71
Päästöjen väheneminen	0,90	4,50	9,00	18,00
LED	1,09	5,43	10,85	21,71
Uusi perinteinen	1,99	9,93	19,85	39,71
Päästöjen väheneminen	0,90	4,50	9,00	18,00



KUVA 17. Easy Led Oy:ltä saatu tarjouslaskelma. Vuosittaiset sähkösäästöt ja päästöt.